

**SKRIPSI**  
**PERENCANAAN PEMBANGUNAN KANTOR WALI NAGARI SUAYAN**  
**KECAMATAN AKABILURU**  
**KABUPATEN LIMAPULUH KOTA**

Ditulis Sebagai Salah Satu Syarat Akademik  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S1)



Oleh :

**ULUL AZMI**  
**181000222201141**

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

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN KANTOR WALI NAGARI SUAYAN  
KECAMATAN AKABILURU KABUPATEN LIMAPULUH KOTA

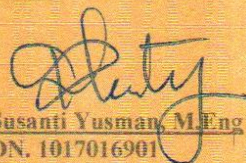
Oleh :

ULUL AZMI  
NPM. 181000222201141

Dosen Pembimbing I

  
Masril, ST., MT  
NIDN. 1022018303


Dosen Pembimbing II

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

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat

  
  
Masril, S.F., MT  
NIDN. 1022018303

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil

  
Helga Yermadona, S.Pd., MT  
NIDN. 1013098502

## 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, 27 Agustus 2022

Mahasiswa,



Ulul Azmi

181000222201141

Disetujui Tim Penguji Skripsi :

1. Yorizal Putra ST.,MT
2. Elfania Bastian,ST.,MT

1... 

2... 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd., MT

NIDN. 1013098502

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ULUL 'AZMI

NIM : 181000222201141

Judul Skripsi : Analisis Simpang Empat Bersinyal Labuh Basilang  
Kota Payakumbuh

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

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

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

Bukittinggi, 7 September 2022

Mahasiswa



**ULUL 'AZMI**

181000222201141

## ABSTRAK

Pembangunan dalam segala aspek kehidupan sedang giat-giatnya dilakukan oleh pemerintah pada saat ini, mulai dari pemerintahan terendah yang disebut desa ataupun nagari, daerah sampai pemerintahan pusat. skala nasional dan internasional. Pembangunan desa atau nagari merupakan bagian dari pembangunan nasional, yang di ikuti dengan undang-undang desa no 6 tentang dana desa. Program pembangunan dalam bidang infrastruktur merupakan salah satu yang menjadi agenda pokok pembangunan nasional, namun masih ada hambatan yang mempengaruhi pembangunan infrastruktur. Khusus di nagari suayan kecamatan akabiluru kabupaten limapuluh kota boleh dikatakan pembangunan infrastruktur yang ada tidak mempunyai Data dan informasi yang jelas dan pasti, salah satunya adalah **PEMBANGUNAN KANTOR WALI NAGARI SUAYAN** yang masih di kerjakan berdasarkan swadaya tanpa adanya perencanaan yang tertulis, hitung-hitung yang jelas, karena bangunan ini masih dalam proses pengerjaan penulis merasa ini patut dan segera di buat Perencanaan struktur detailnya agar tujuan dari pembangunan kantor ini bisa tercapai baik dari sisi ketahanan atau kualitas dan dari sisi keindahan serta kenyamanan dan keamanan sewaktu bangunan ini di gunakan untuk pelayanan masyarakat banyak.

Pembangunan kantor Wali Nagari ini berada di Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Lima Puluh Kota. Pada perencanaan struktur bangunan penulis menggunakan metode kualitatif dan di bantu dengan aplikasi SAP2000. Perencanaan dimulai dengan melakukan perhitungan struktur atas dan perhitungan struktur bawah.

Tujuan perencanaan ini di antaranya Menghitung Balok, Kolom, Pelat dan Beban pada proyek pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota, dan Menggunakan teori perencanaan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang.

Sedangkan manfaatnya : Dapat mengetahui dan memahami betapa penting suatu tahapan perhitungan struktur pada proyek, dapat memahami langkah-langkah yang bisa diambil oleh penyedia jasa konstruksi agar lebih teliti dalam perhitungan struktur bangunan, dan dapat berguna untuk penerus yang akan datang.

**Kata Kunci :** *Perencanaan Pembangunan dilakukan secara teknik dan struktur yang pasti.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat ( UM Sumbatera Barat ).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan 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. Ucapan terimakasih ini penulis tujuan kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, do'a dan kasih sayang.
2. Bapak **Masril, S.T, M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
3. Bapak **Hariyadi, S.Kom, M.Kom** selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
4. Ibuk **HELGA YERMADONA,S.Pd,MT** Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
5. Bapak **Deddy Kurniawan S.T.,M.T** selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak **Masril, S.T.,M.T** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
7. Ibuk **Ir. ANA SUSANTI YUSMAN, M.EN** Selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
8. Bapak / Ibu Tenaga Kependidikan fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per Saturday

Akhir kata penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak 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,

Penulis

**(ULUL AZMI)**



## DAFTAR ISI

### DAFTAR ISI

<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Jenis dan Fungsi Pondasi.....	5
2.2 Struktur Atas.....	7
2.2.1 Kolom .....	7
2.2.1.1 Pengertian Kolom .....	7
2.2.1.2 Fungsi Kolom .....	7
2.2.1.3 Jenis – Jenis Kolom .....	8
2.2.1.4 Perencanaan Kolom .....	10
2.2.2 Balok .....	12
2.2.2.1 Pengertian Balok .....	12
2.2.2.2 Fungsi Balok .....	12
2.2.2.3 Jenis – Jenis Balok .....	12
2.2.2.4 Perencanaan Tulang Balok .....	13
2.2.3 Pelat Lantai .....	16
2.2.3.1 Pengertian Pelat Lantai .....	16
2.2.3.2 Fungsi Pelat Lantai .....	17
2.2.3.3 Jenis – Jenis Pelat Lantai .....	17
2.2.3.4 Perencanaan Pelat Lantai .....	20
2.3 Material .....	22
2.3.1 Beton .....	22
2.3.1.1 Sifat dan Karakteristik Beton .....	23
2.3.1.2 Mutu Beton .....	24



2.3.2 Baja Tulangan .....	25
2.3.2.1 Sifat Fisik Baja Tulangan .....	25
2.3.2.2 Tulangan Polos .....	27
2.3.2.3 Tulangan Ulir .....	28
2.4 Pembebanan.....	28
2.4.1 Beban Mati .....	29
2.4.2 Beban Hidup .....	31
2.4.3 Beban Gempa .....	32
2.4.3.1 Waktu Getar Alami .....	33
2.4.3.2 Faktor Respon Gempa .....	33
2.4.3.3 Faktor Keutamaan Gedung .....	35
2.4.3.4 Faktor Reduksi .....	35
2.4.3.5 Kombinasi Pembebanan .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
3.1 Pengertian Metodologi Penelitian .....	39
3.2 Lokasi Pembangunan yang Direncanakan.....	39
3.3 Data Penelitian.....	40
3.3.1 Jenis – Jenis Sumber Data .....	40
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.3.3 Metode Analisa Data .....	41
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Preliminari Desain Penampang.....	45
4.1.1 Balok .....	43
4.1.2 Pelat Lantai.....	54
4.1.3 Kolom.....	61
4.2 Pembebanan .....	66
4.2.1 Beban Mati .....	66
4.2.2 Beban Hidup .....	67
4.2.3 Beban Gempa.....	67

4.3 Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000 .....	70
4.3.1 Mendefenisikan Penampang dan Beban .....	70
4.3.2 Input Beban Hidup,Mati, Gempa .....	71
4.3.3 Imput beban hidup , mati ,dan gempa .....	72
4.4.4 Hasil running SAP 2000.....	72
4.4 Perhitungan Penulangan .....	74
4.4.1 Balok .....	74
4.4.2 Kolom .....	92
4.4.3 Pelat Lantai.....	106
4.5 Rekap Penulangan Balok, Kolom,dan Pelat Lantai .....	111
4.6 Perhitungan Pondasi .....	115
4.6.1 Jumlah Tiang Dalm 1 Pondasi .....	115
4.6.2 Perhitungan Pile Cap.....	116
4.6.3 Perhitungan Penurunan Pondasi.....	117
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>118</b>
5.1 Kesimpulan .....	118
5.2 Saran .....	118
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mutu Beton .....	24
Tabel 2.2 Mutu Baja.....	26
Tabel 2.3 Baja Tulangan Polos .....	27
Tabel 2.4 Baja Tulangan Ulir.....	28
Tabel 2.5 Berat Bahan Bangunan .....	29
Tabel 2.6 Berat Komponen Bangunan.....	30
Tabel 2.7 Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	31
Tabel 2.8 Koefisien ( $\Psi$ ) .....	34
Tabel 2.9 Faktor reduksi beban hidup untuk peninjauan gempa .....	35
Tabel 4.1 Data Perlim Balok.....	43
Tabel 4.2 Minimum h.....	44
Tabel 4.3 Perlim Balok Anak.....	46
Tabel 4.4 Perlim Balok 35/25 .....	49
Tabel 4.5 Rekap Penulangan Balok .....	114
Tabel 4.5 Rekap Penulangan Kolom.....	114
Tabel 4.7 Rekap Pelat Lantai .....	115



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis kolom dan bentuk penulangannya.....	9
Gambar 2.2 Jenis pelat berdasarkan tumpuan.....	18
Gambar 2.3 Jenis pelat berdasarkan perletakannya.....	19
Gambar 2.4 Jenis pelat berdasarkan penulangannya.....	20
Gambar 2.5 Bentang teoritis monolit.....	21
Gambar 2.6 Bentang teoritis tidak monolit.....	21
Gambar 2.7 Peta zona gempa wilayah sumatera barat.....	33
Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan.....	39
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penelitian.....	42
Gambar 4.1 Denah Balok.....	43
Gambar 4.2 Dimensi Balok.....	44
Gambar 4.3 Dimensi Pelat.....	52
Gambar 4.4 Plat Tepi Konstruksi.....	53
Gambar 4.5 Grafik Responspektrum Gempa.....	63
Gambar 4.6 Grid Gedung SAP200.....	70
Gambar 4.7 Input Penampang.....	71
Gambar 4.8 Beban pada Pelat Lantai.....	71
Gambar 4.9 Beban Pada Balok.....	72
Gambar 4.10 Beban Gempa.....	72
Gambar 4.11 Hasil Running SAP2000.....	73
Gambar 4.12 Hasil Running Berupa Grafik SAP2000.....	73
Gambar 4.13 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 1.....	96
Gambar 4.14 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom2.....	101
Gambar 4.15 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 3.....	105
Gambar 4.16 Momen Pada Plat.....	107
Gambar 4.17 Balok Induk 70/45 bentang 9m.....	110
Gambar 4.18 Balok induk 70/45 bentang 8m.....	111
Gambar 4.19 Balok anak 60/35 bentang 8m.....	111
Gambar 4.20 Balok anak 40/25 bentang 4m.....	112
Gambar 4.21 Kolom 1 90x90 cm.....	112
Gambar 4.22 Kolom 2 80x80 cm.....	113

Gambar 4.23 Kolom 3 70x70 cm..... 113  
Gambar 4.24 Pelat lantai tebal 15cm ..... 114



## DAFTAR NOTASI



$b$	= Lebar Penampang Melintang Kolom
$h$	= Tinggi Penampang Melintang Kolom
$p$	= Rasio Penulangan
$P_U$	= Gaya Aksial terfaktor kolom
$A_g$	= Luas bruto penampang
$r$	= Besaran kedua sumbu
$\phi$	= Faktor reduksi kekuatan
$f_c$	= Kuat tekan beton (MPa)
$e_t$	= Eksentrisitas gaya terhadap sumbu
$e$	= Eksentrisitas
$M_u$	= Momen Terfaktor
$P_n$	= Gaya aksial nominal
$A_s$	= Luas tulangan persisi
$f_y$	= Mutu Baja
$d$	= Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut beton
$d'$	= Asumsi selimut beton
$K$	= Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
$P_{min}$	= Rasio tulangan minimum
$P_{max}$	= Rasio tulangan maksimum
$V_c$	= Kuat geser nominal
$F_u$	= Tegangan tarik
$V_s$	= Kuat geser nominal
$V_u$	= Gaya geser terfaktor
$F'_c$	= Kuat tekan beton
$F_y$	= Tegangan leleh baja
$P$	= Beban tekan (N)
$H$	= Jumlah tingkat gedung
$\Psi$	= Koefisien $\psi$ untuk menghitung faktor respon gempa vertikal C
$A_0$	= Nilai dari percepatan puncak muka tanah

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Awal pendirian Kantor Wali Nagari Suayan ini dahulunya adalah pada zaman pemerintahan PDRI. Di bangun oleh tokoh masyarakat bersama pemeritan PDRI tepatnya pada masa pemerintahan Wali Nagari Datuak Ikan. Seterusnya pada tahun 1990 kantor yang di bangun bersama PDRI ini di rubah menjadi kantor Desa yang di renovasi oleh Bapak Asmusabir atau Tuanku Marajo selaku menjabat sebagai Kepala Desa. Dan pada tahun 2015 kantor Desa ini di bongkar habis dan di bangun oleh Bapak Zetrial s.pd selaku menjabat menjadi Bapak Wali Nagari Suayan.

Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Lima Puluh Kota merupakan kantor Wali Nagari dari Jorong Suayan Randah, Jorong Suayan Tinggi, Jorong Suayan Sabar, dan Jorong Suayan Sariak. Kantor Wali Nagari ini bertepatan di dekat pasar kamis Nagari Suayan.

Oleh karena itu untuk mewujudkan pembangunan nasional dalam bidang infrastruktur maka pemerintah mempunyai suatu visi yaitu salah satunya adalah Indonesia hebat. Dalam mewujudkan Indonesia hebat ini maka pemerintah meningkatkan mutu pembangunan di bidang infrastruktur, salah satunya yaitu dengan menerapkan ilmu teknik sipil dengan metode perencanaan dan analisa teknik yang benar. Dengan menerapkan ilmu teknik sipil yang baik dan benar maka akan mendapatkan mutu dan kualitas infrastruktur yang nyaman dan aman digunakan, ini diharapkan dapat membantu masyarakat mendapatkan kepuasan yang optimal. Unit pelaksana Teknis Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten/ Kota yang bertanggung jawab menyelenggarakan pembangunan infrastruktur di wilayah kerjanya.

Khusus di Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota boleh dikatakan pembangunan infrastruktur yang ada tidak mempunyai data dan informasi yang jelas dan pasti, salah satunya adalah **PEMBANGUNAN KANTOR WALI NAGARI SUAYAN** yang masih di kerjakan berdasarkan swadaya tanpa adanya perencanaan yang tertulis, hitung-hitung yang jelas, karena bangunan ini masih dalam proses

pengerjaan penulis merasa ini patut dan segera di lakukan perencanaan struktur detailnya agar tujuan dari pembangunan kantor ini bisa tercapai, baik dari sisi ketahanan atau kualitas dan dari sisi keindahan serta kenyamanan dan keamanan sewaktu bangunan ini di gunakan untuk pelayanan masyarakat banyak.

Berdasarkan keinginan penulis juga ikut di respon dan di dukung oleh seluruh unsur dan elemen masyarakat Nagari Suayan agar tercapainya tujuan pembangunan Kantor Wali Nagari yang berkualitas, semoga kemauan dan kemampuan penulis untuk mengaplikasikan ilmu teknik sipil yang sudah di tuntut dan di pelajari di UM Sumatera Barat melalui dosen-dosen terbaik bisa bermanfaat untuk masyarakat nagari suayan khususnya dalam perencanaan pembangunan kantor Wali Nagari Suayan ini . Tempat lahan pembangunan Kantor Wali Nagari ini di area tanah sedang tepatnya di dekat pasar Nagari Suayan.yang sebelumnya digunakan untuk kantor Desa Suayan Randah, penulis menggunakan jenis kontruksi beton bertulang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- a. Tidak adanya suatu perencanaan struktur bagunan pada Kantor Wali Nagari Suayan.
- b. Bagaimana menghitung dimensi penampang dan penulangan pada kolom, balok dan pelat lantai bangunan.
- c. Berapa momen, gaya geser dan defleksi yang terjadi pada kolom, balok dan pelat lantai bangunan.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Menghitung Struktur Balok, Pelat, Pondasi dan Beban pada proyek Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota.
2. Perencanaan menggunakan beban mati, beban hidup dan beban gempa sesuai dengan beban minimum untuk perencanaan struktur bangunan gedung.



#### 1.4 Tujuan dan Manfaat Perencanaan

Tujuan :

- a. Menghitung Balok, Kolom, Pelat dan Beban pada proyek pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota
- b. Menggunakan teori perencanaan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang.

Manfaat :

- a. Dapat mengetahui dan memahami betapa penting suatu tahapan perhitungan struktur pada proyek.
- b. Dapat memahami langkah-langkah yang bisa diambil oleh penyedia jasa konstruksi agar lebih teliti dalam perhitungan struktur bangunan.
- c. Dapat berguna untuk penerus yang akan datang.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

- **BAB I PENDAHULUAN**  
Bab ini berisikan Latar belakang, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**  
Bab ini berisikan teori yang berkaitan dengan penelitian
- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**  
Bab ini berisikan lokasi penelitian, metode yang digunakan untuk penelitian serta alur penelitian
- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**  
Bab ini membahas perhitungan yang dilakukan dalam penelitian
- **BAB V PENUTUP**  
Bab ini berisikan kesimpulan dan sarang yang dibuat untuk pembaca dan penulis

- **DAFTAR PUSTAKA**
- **LAMPIRAN**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

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.

##### **2.1.1 Jenis Dan Fungsi Pondasi**

Untuk menentukan jenis, ukuran dan konstruksi pondasi harus memperhatikan 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  $3 \text{ kg/cm}^2$  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 Struktur Atas (*Upper Structure*)

Struktur atas suatu gedung merupakan seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas permukaan tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri dari kolom, balok, pelat, dinding geser dan tangga, masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Pada bangunan A terdapat 3 lantai, dalam pengerjaan skripsi ini penulis hanya meninjau struktur atas yang terdiri dari:

1. Kolom
2. Balok
3. Pelat lantai

### 2.2.1 Kolom

#### 2.2.1.1 Pengertian Kolom

Kolom merupakan bagian vertikal pada 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 struktur kolom merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan jiwa manusia. Oleh sebab itu, didalam merencanakan kolom perlu lebih hati-hati dengan cara memberikan factor keamanan (*safety factor*) yang lebih besar daripada elemen-elemen struktur lainnya seperti balok dan pelat, terlebih lagi keruntuhan tekan yang terjadi pada kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

#### 2.2.1.2 Fungsi Kolom

Fungsi kolom merupakan penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Apabila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan semua komponen tubuh dapat berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat beban bangunan dan beban lainnya seperti beban hidup

(manusia dan barang), serta beban yang disebabkan oleh hembusan angin. SK SNI T-15-1991-03 menjelaskan 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.

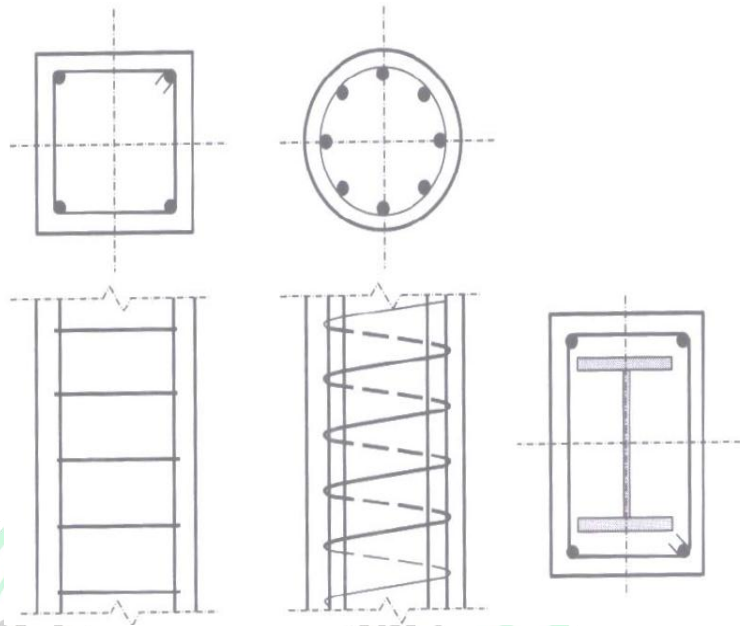
Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban suatu bangunan dimulai dari atap, yang akan diteruskan pada kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke pondasi dan tanah dasar yang berada dibawahnya. Struktur kolom sendiri terbentuk dari baja tulangan dan beton, keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan terhadap tarikan dan tekanan. Gabungan kedua material ini untuk struktur beton bertulang menjadikan kolom atau bagian struktur lainnya seperti sloof dan balok dapat menahan gaya tarik dan gaya tekan pada suatu bangunan.

#### **2.2.1.3 Jenis-Jenis Kolom**

Jenis kolom menurut Wang (1986) dan Ferguson (1986) ada tiga jenis, yaitu:

1. Kolom Ikat (*Tie Column*)
2. Kolom Spiral (*Spiral Column*)
3. Kolom Komposit (*Composite Column*)

Dalam buku perancangan struktur beton bertulang (Istimawan Dipohusodo, 1994), ada tiga jenis kolom beton bertulang yang dapat dilihat pada gambar 2.1 yaitu:



**Gambar 2.1** Jenis-jenis kolom dan bentuk penulangannya

**Sumber:** Buku perancangan struktur beton bertulang 2013

1. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral, kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang kearah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk menjaga gaya geser tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya.
2. Kolom menggunakan pengikat spiral, bentuknya sama dengan jenis pertama hanya saja sengkang sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral diikat pada keliling tulangan pokok yang membentuk spiral menerus di sepanjang kolom.
3. Struktur kolom komposit merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat dengan gelagar baja profil atau pipa pada arah memanjang, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.

#### 2.2.1.4 Perencanaan kolom

Dalam menentukan tulangan pada kolom dimana ukuran penampang, beban aksial dan momen yang bekerja telah diketahui, lebih disarankan menggunakan grafik. 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
$\phi$	=	Faktor reduksi kekuatan
$f_c$	=	Kuat tekan beton (MPa)

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Keterangan:



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

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

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

Keterangan:

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

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

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

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

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

Keterangan:

$P_n$  = Gaya aksial nominal  
 $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

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

Keterangan:

$A_s$  = Luas tulangan persisi

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

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

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

## 2.2.2 Balok

### 2.2.2.1 Pengertian Balok

Balok merupakan bagian 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.

### 2.2.2.2 Fungsi Balok

Fungsi dari balok antara lain:

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

### 2.2.2.3 Jenis-Jenis Balok

Ada beberapa jenis balok, diantaranya:

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

seederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.

2. Kantilever merupakan 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 teristisan 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.

#### 2.2.2.4 Perencanaan Tulangan Balok

##### 1. Momen

Perhitungan momen dan gaya aksial pada balok dan kolom diselesaikan menggunakan *software* SAP2000.

##### 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

$\phi$  = Faktor reduksi kekutan

$b$  = 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  $A_s$

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

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

Keterangan:

$P_{min}$  = Rasio tulangan minimum

$P_{max}$  = Rasio tulangan maksimum

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

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

Keterangan:

$d$	= Tinggi efektif penampang balok
$M_u$	= Momen terfaktor
$\phi$	= Faktor reduksi kekutan

#### 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 ( $\phi$ ) = 0,75 dengan  $M_u$  adalah momen terfaktor yang terjadi bersamaan dengan gaya geser terfaktor maksimum  $V_u$  pada penampang kritis, sedangkan batas atas faktor pengali dan  $V_c$  yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

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

Keterangan:

$V_u$  = Gaya geser terfaktor

$Mu$  = 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

## 2.2.3 Pelat Lantai

### 2.2.3.1 Pengertian Pelat Lantai

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

Pelat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan *waterpass* (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh: beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari 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 lantai 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 baja tulangan dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

#### **2.2.3.2 Fungsi Pelat Lantai**

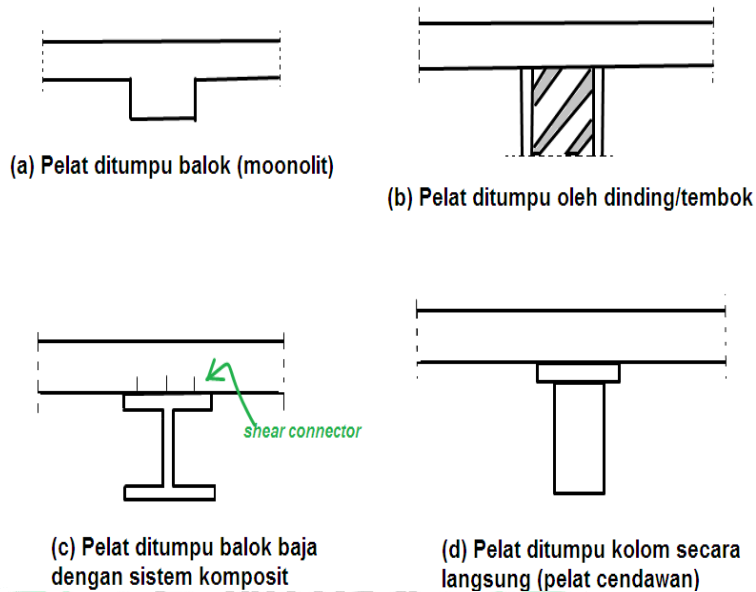
Dimana fungsi dari pelat lantai antara lain:

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

#### **2.2.3.3 Jenis-Jenis Pelat Lantai**

Ada berbagai jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya, perletakkannya dan sistem penulangannya. Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya seperti yang dijelaskan pada gambar 2.2 berikut:

1. Monolit, yaitu pelat dengan balok dilakukan pengecoran bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
2. Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.
3. Didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
4. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.



**Gambar 2.2.** Jenis pelat berdasarkan tumpuan

(Sumber: <https://www.slideshare.net/reskiaprilia/pelat-beton-bertulang/4-Des-2021>)

Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan perletakkannya adalah yang terdapat pada gambar 2.3 di bawah ini:

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.

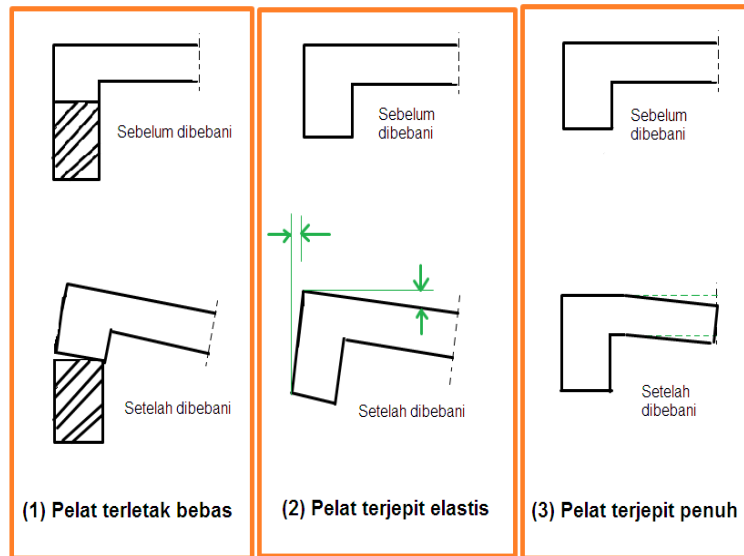
2. Terjepit elastis

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 pelat 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 perletakkannya

(Sumber: <https://www.slideshare.net/reskiaprilia/pelat-beton-bertulang/4-Des-2021>)

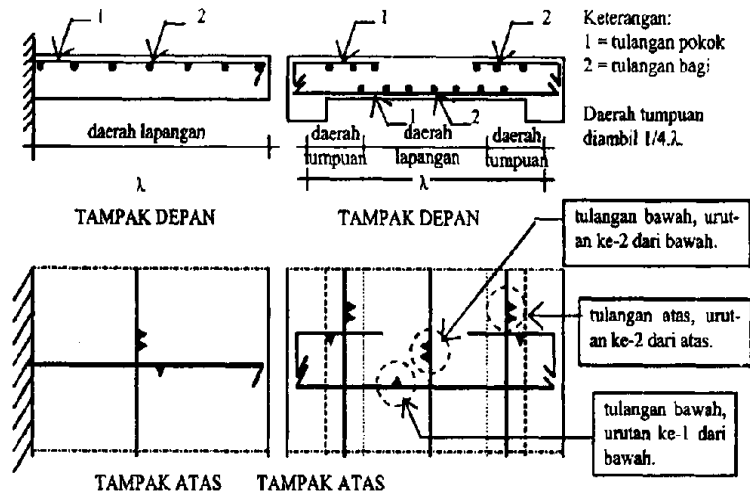
Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan sistem penulangannya adalah yang dijelaskan pada gambar 2.4 dibawah berikut:

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 (*Luifel*) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.

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

Konstruksi pelat dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Pada analisis pelat lantai sistem penulangan pelat yang di pakai adalah pelat dua arah ini.



(a). Pelat kantilever (b). Pelat dengan dua tumpuan sejajar

Gambar 2.4. Jenis pelat berdasarkan penulangannya

(Sumber: <https://www.slideshare.net/reskiaprilija/pelat-beton-bertulang/4-Des-2021>)

### 2.2.3.4 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 1. 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  $1 = L + 100$  (seperti Gambar 2.5). Jika perletakan pelat beton bertulang dibuat dari bahan yang lain dengan beton bertulang, sesuai ketentuan untuk bentang  $1 = l + h$ , dengan  $L$  adalah bentang bersih dan  $h$  tebal total pelat. Apabila  $(L+h)$  lebih besar dari

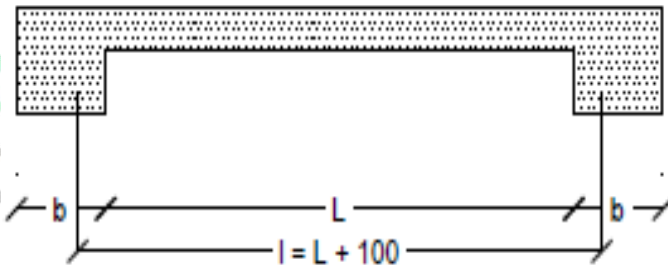
jarak pusat ke pusat tumpuan, maka  $l$  boleh diambil jarak ke pusat tersebut seperti tampak pada Gambar (2.6). Dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

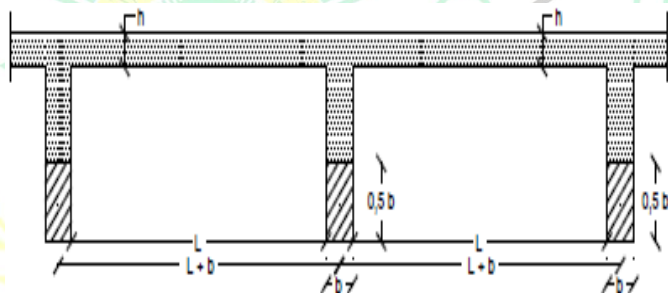
$L$  = Panjang bentang

$B$  = Lebar daerah komponen



**Gambar 2.5.** Bentang teoritis monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



**Gambar 2.6.** Bentang teoritis tidak monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)

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

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

Keterangan:

$d$  = Tebal selimut beton

$h$  = Tinggi pelat  
 $p$  = Beban terpusat  
 $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

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

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

Keterangan:

$K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan  
 $M_u$  = Momen (kNmm)  
 $\phi$  = 0,8

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

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

Keterangan:

$A_s$  = Rasio tulangan  
 $\rho_{\text{min}}$  = Rasio tulangan minimum  
 $b$  = Lebar (mm)

## 2.3 Material

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

### 2.3.1 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 (halus dan kasar)

Apabila 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).

### **2.3.1.1 Sifat dan Karakteristik Beton**

Sifat dan karakteristik dari beton antara lain:

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 tetap 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 rangkak.
12. Beton adalah bahan bangunan dengan bobot yang 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 tarik pada beton.

### 2.3.1.2 Mutu Beton

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

Untuk menentukan nilai kuat tekan beton menurut SNI dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.21)$$

Keterangan:

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

$A$  = Luas bidang desak benda uji ( $\text{mm}^2$ )

$P$  = Beban tekan (N)

**Tabel 2.1.** Mutu beton

No	$f'_c$	K ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	15	150
2	20	200
3	25	250
4	30	300
5	35	350

Sumber: SNI 2052-2014

### 2.3.2 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 baja tulangan untuk menahan gaya tarik.

#### 2.3.2.1 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 meningkatnya tegangan, tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya.

Modulus elastisitas baja tulangan 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 pada beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat terhadap gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau

kawat rangkai las (*wiremesh*) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan. Baja tulangan dikodekan berurutan dengan: huruf BJ (baja), TP (tulangan polos) dan TD (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 persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam-macam mutu baja beton menurut tabel.

**Tabel 2.2.** Mutu baja

<b>Simbol mutu</b>	<b>Tegangan leleh Min. (kN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kekuatan tarik Min. (kN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Perpanjangan Min. (%)</b>
BJTP - 24	24	39	24
BJTP - 30	30	45	20
BJTD - 30	30	45	20
BJTD - 35	35	50	20
BJTD - 40	40	57	16

**Sumber:** SNI 2052-2014

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 mencapai 2400kg/cm<sup>2</sup> (240 MPa).



Secara umum berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, baja tulangan yang dipakai harus tulangan ulir. Baja polos hanya 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 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 BJTP - 24 dan BJTD - 40 yang umum dipakai. Sifat-sifat fisik baja beton dapat ditentukan melalui pengujian tarik. Sifat fisik tersebut adalah: kuat tarik ( $f_y$ ), batas leleh, regangan pada beban maksimal, modulus elastisitas/konstanta material ( $E_s$ ).

### 2.3.2.2 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 12 mm, dengan panjang 12 m.

**Tabel 2.3.** Baja Tulangan Polos

<b>Diameter (mm)</b>	<b>Berat (kg/m)</b>	<b>Luas penampang (cm<sup>2</sup>)</b>
6	0,222	0,282
8	0,395	0,502
10	0,617	0,785
12	0,888	1,131

**Sumber:** SNI 2052-2014

### 2.3.2.3 Tulangan Ulir

Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Keliling (cm)	Luas penampang g (cm <sup>2</sup> )
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 2052-2014

Berdasarkan SNI, baja tulangan ulir lebih diutamakan penggunaannya untuk batang tulangan pada struktur beton. Hal ini dimaksudkan agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap gaya gempa, karena terdapat ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangannya.

## 2.4 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 beban yang terjadi akibat gempa disebut dengan beban gempa. Apabila beban-beban tersebut terjadi secara bersamaan maka akan ditemukan kombinasi pembebanannya.

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

Beban mati adalah berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung.

**Tabel 2.5.** Berat Bahan Bangunan

No	Bahan Bangunan	Kg/m <sup>3</sup>
1	Baja	7850
2	Batu alam	2600
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
4	Batu karang	700
5	Batu pecah	1450
6	Besi tuang	7250
7	Beton	2200
8	Beton bertulang	2400
9	Kayu	1000
10	Kerikil, Korral	1650
11	Pasangan bata merah	1700
12	Pasangan batu belah	2200
13	Pasangan batu cetak	2200
14	Pasangan batu karang	1450
15	Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
16	Pasir (jenuh air)	1800
17	Pasir kerikil, korral	1850
18	Tanah, lempung, lanau (kering udara sampai lembab)	1700
19	Tanah, lempung, lanau (basah)	2000
20	Timah hitam	11400

Sumber: SNI 2052-2014

**Tabel 2.6** Berat komponen Bangunan

No.	Komponen Gedung	Kg/m <sup>2</sup>
1	Adukan per cm tebal:	
	- dari semen	21
	- dari kapur semen merah atau tras	17
2	Aspal per cm tebal	14
3	Dinding pasangan bata merah	
	- satu batu	450
	- setengah batu	250
4	Dinding pasangan batako	
	Berlubang:	
	- 20cm	200
	- 10cm	120
	Tanpa lubang	
- 15	300	
- 10	200	

Sumber: SNI 2052-2014

**Tabel 2.6.** Lanjutan berat komponen bangunan

5	Langit-langit dan dinding terdiri dari:	
	- semen asbes	11
	- kaca 3-5mm	10
6	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu tanpa langit-langit bentang maksimum 5m beban hidup 200kg/m <sup>2</sup>	40
7	Penggantung langit-langit dari kayu	7
8	Penutup atap genting dengan reng dan usuk	50
9	Penutup atas sirap	40
10	Penutup atap seng gelombang	10
11	Penutup lantai dari ubin	24
12	Semen asbes gelombang	11

Sumber: SNI 2052-2014

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

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

**Tabel 2.7.** Beban Hidup Pada Lantai Gedung

No	Jenis	Kg/m <sup>2</sup>
1	Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam 2	200
2	Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel, rumah sakit	250
4	Lantai ruang olahraga	400
5	Lantai ruang dansa	500

Sumber: SNI 2052-2014

**Tabel 2.7** Lanjutan beban hidup pada lantai gedung

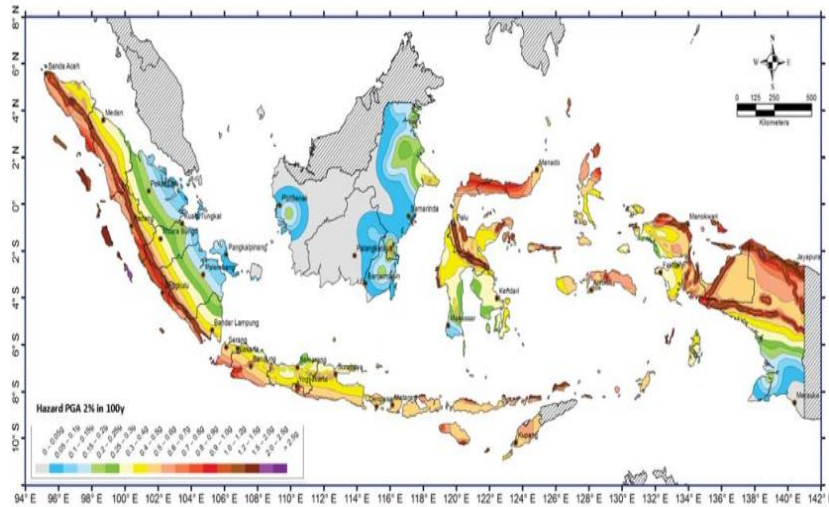
6	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain, daripada yang disebut dalam 1 sampai 5, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton	400
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500
8	Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam 3	300
9	Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam 4,5,7	500
10	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
11	Lantai gedung parkir bertingkat <ul style="list-style-type: none"><li>- untuk lantai bawah</li><li>- untuk lantai tingkat lainnya</li></ul>	800 400
12	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

Sumber: SNI 2052-2014

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

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

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



**Gambar 2.7.** Peta zona gempa wilayah sumatera barat

Sumber: (<http://puskim.pu.go.id>)

#### 2.4.3.1 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 ( $\zeta$ ) untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya ( $n$ ) menurut persamaan berikut ini:

$$T = 0,06 \times (H)^{3/4} \quad (2.22)$$

Keterangan:

H = Jumlah tingkat gedung

#### 2.4.3.2 Faktor Respon Gempa

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

$$C = \psi \times A_0 \times I \quad (2.23)$$

Keterangan:

C = Faktor respon gempa

$\Psi$  = Koefisien  $\psi$  untuk menghitung faktor respon gempa vertikal C

$A_0$  = Nilai dari percepatan puncak muka tanah

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Koefisien  $\psi$  bergantung pada wilayah gempa tempat struktur gedung 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 dilihat juga menggunakan tabel yang berdasarkan 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 ( $\Psi$ )

No	Wilayah Gempa	Koefesien ( $\psi$ )
1	1	0,5
2	2	0,5
3	3	0,5
4	4	0,6
5	5	0,7
6	6	0,8

**Sumber:** SNI - 1726 – 2012

Berdasarkan analisis *Hazard* kegempaan di Indonesia untuk perencanaan struktur bangunan tahan gempa, analisis kerentanan bangunan gedung pada wilayah rawan gempa surat edaran Menteri Pekerjaan Umum nomor: 12/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Peta Zonasi Gempa Indonesia.



### 2.4.3.3 Faktor Keutamaan Gedung

Tingkat kepentingan sesuatu 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.

### 2.4.3.4 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 berikut ini:

**Tabel 2.9.** Faktor reduksi beban hidup untuk peninjauan gempa

No	Penggunaan Gedung	Koefisien	
		Perencanaan Portal	Peninjauan Gempa
1	Perumahan/Penghunian: - Rumah tempat tinggal - Asrama - Hotel - Rumah Sakit	0,75	0,3
2	Pendidikan: - Sekolah - Ruang Kuliah	0,90	0,5
3	Pendidikan: - Kantor - Bank	0,60	0,30
4	Perdagangan: - Toko - Toserba	0,80	0,80

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

**Sumber:** Peraturan pembebanan indonesia untuk gedung (PPIUG) 1983

#### 2.4.3.5 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.

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:

$$U = 1,4 D \quad (2.24)$$

Kuat perlu ( $U$ ) untuk menahan beban mati  $D$ , beban hidup  $L$ , dan juga beban atap  $A$  atau beban hujan  $R$ , paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (2.25)$$

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  $U$  yang terbesar yaitu:

$$U = 1,2D + 1,0L \pm 1,6W + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (2.26)$$

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

$$U = 0,9 D + 1,6 W \quad (2.27)$$

Perlu dicatat bahwa untuk setiap kombinasi beban  $D$ ,  $L$  dan  $W$ , kuat  $U$  tidak boleh kurang dari persamaan:

$$U = 1,4 D \quad (2.28)$$

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

$$U = 1,2 (D + L_r + E) \quad (2.29)$$

Keterangan:

$$L_r = \text{Beban hidup yang telah direduksi atau} \quad (2.30)$$

$$U = 0,9 (D + E)$$

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

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 1,6 H \quad (2.31)$$

Untuk keadaan yang berpengaruh  $D$  dan  $L$  mengurangi efek dari  $H$ , nilai maksimum  $U$  ditentukan sebagai berikut:

$$U = 0,9 D + 1,6 H \quad (2.32)$$

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:

$$U = 0,75 (1,2 D + 1.6 T + 1,6 L) \quad (2.33)$$

Dengan nilai  $U$  harus lebih besar dari:

$$U = 1,2 (D + T) \quad (2.34)$$

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

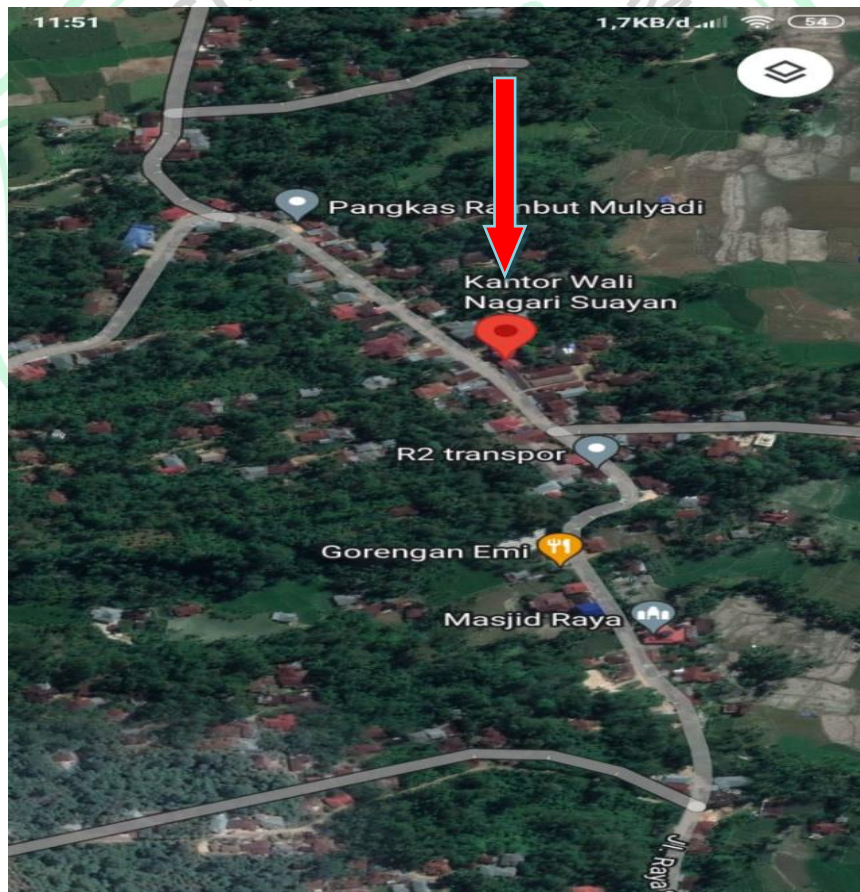


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Pengertian Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan rangkaian dari kegiatan yang kita lakukan atau yang sedang kita amati. Metodologi adalah analisis teoritis mengenai suatu teknis atau bagaimana cara yang kita lakukan. Penelitian adalah suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu sehingga memerlukan jawaban.

### 3.2 Lokasi Pembangunan yang Direncanakan



**Gambar 3.1.** Lokasi Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan  
Kab.Limapuluh Kota

Sumber : Google map 14 Maret 2022

### 3.3 Data penelitian

#### 3.3.1 Jenis dan Sumber Data

##### 1. Data umum proyek

Pekerjaan	:Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan
Lokasi	:Nagari Suayan Kecamatan Aabiluru Kabupaten Limapulu Kota
Fungsi Bangunan	: Tempat Pelayanan Masyarakat
Konsep Bangunan	: Kantor pelayanan yang nyaman dan aman
Sumber Dana	: DAK (Dana Alokasi Khusus)
Jenis Kontrak	: Gabungan Lumpsum dan Harga satuan
Luas proyek 3 lantai	: 1043 m <sup>2</sup>
Pihak - pihak yang terlibat :	
Kontraktor Utama	: Pemeritah Nagari Suayan

##### 2. Data teknis proyek

1. Jenis Bangunan : Bangunan 3 Lantai
2. Jenis Struktur : Beton Bertulang
3. Elevasi Bangunan :
  - Lantai 1 :  $\pm 0.00$  m
  - Lantai 2 :  $\pm 4$  m
  - Lantai 3 :  $\pm 8$  m
  - Lantai Dak :  $\pm 11,97$  m

#### 3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

##### 1. Metode *Interview*

Metode yang dilakukan dengan tanya jawab atau berupa wawancara di lokasi penelitian.

## 2. Metode *Literatur*

Adalah metode yang dilakukan untuk menganalisa suatu permasalahan yang sedang kita hadapi.

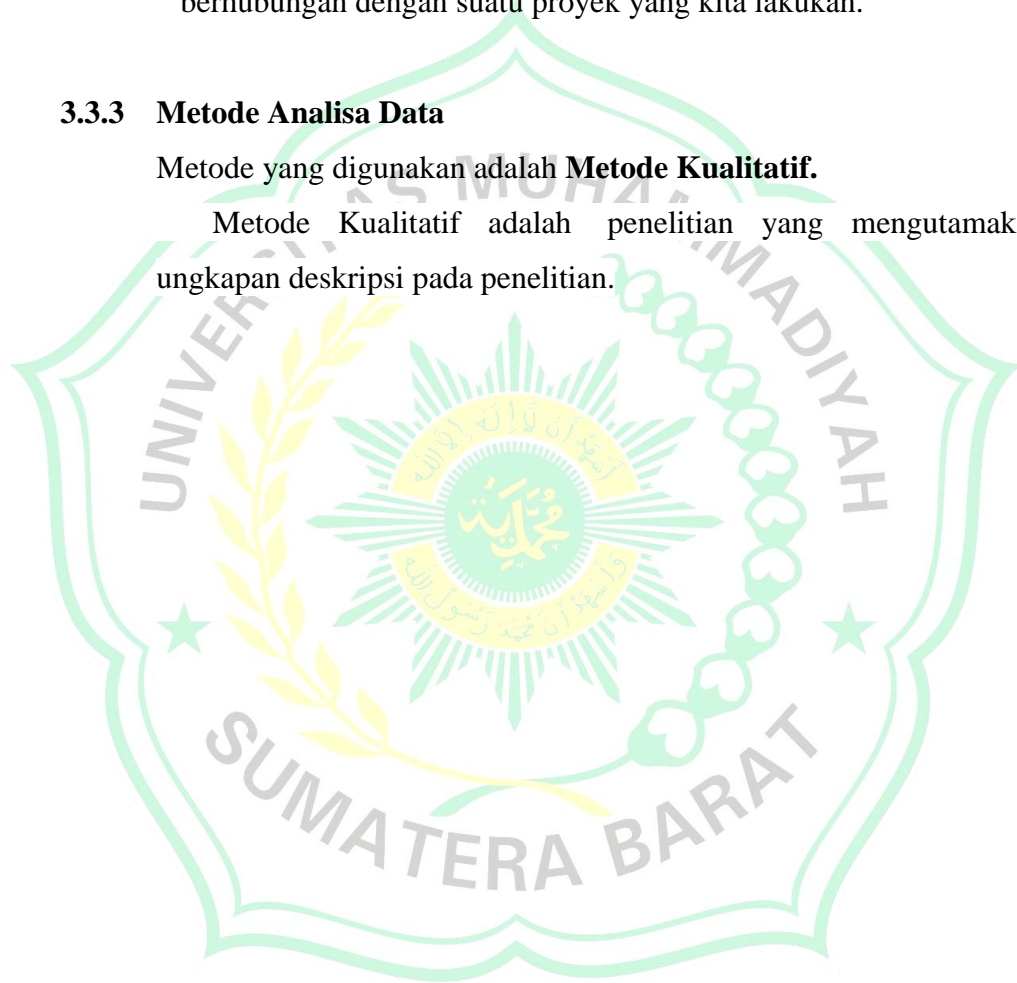
## 3. Metode Dokumentasi

Metode ini dilakukan menggunakan dokumentasi layaknya seperti gambar bestek, foto-foto dan dokumen-dokumen lain yang berhubungan dengan suatu proyek yang kita lakukan.

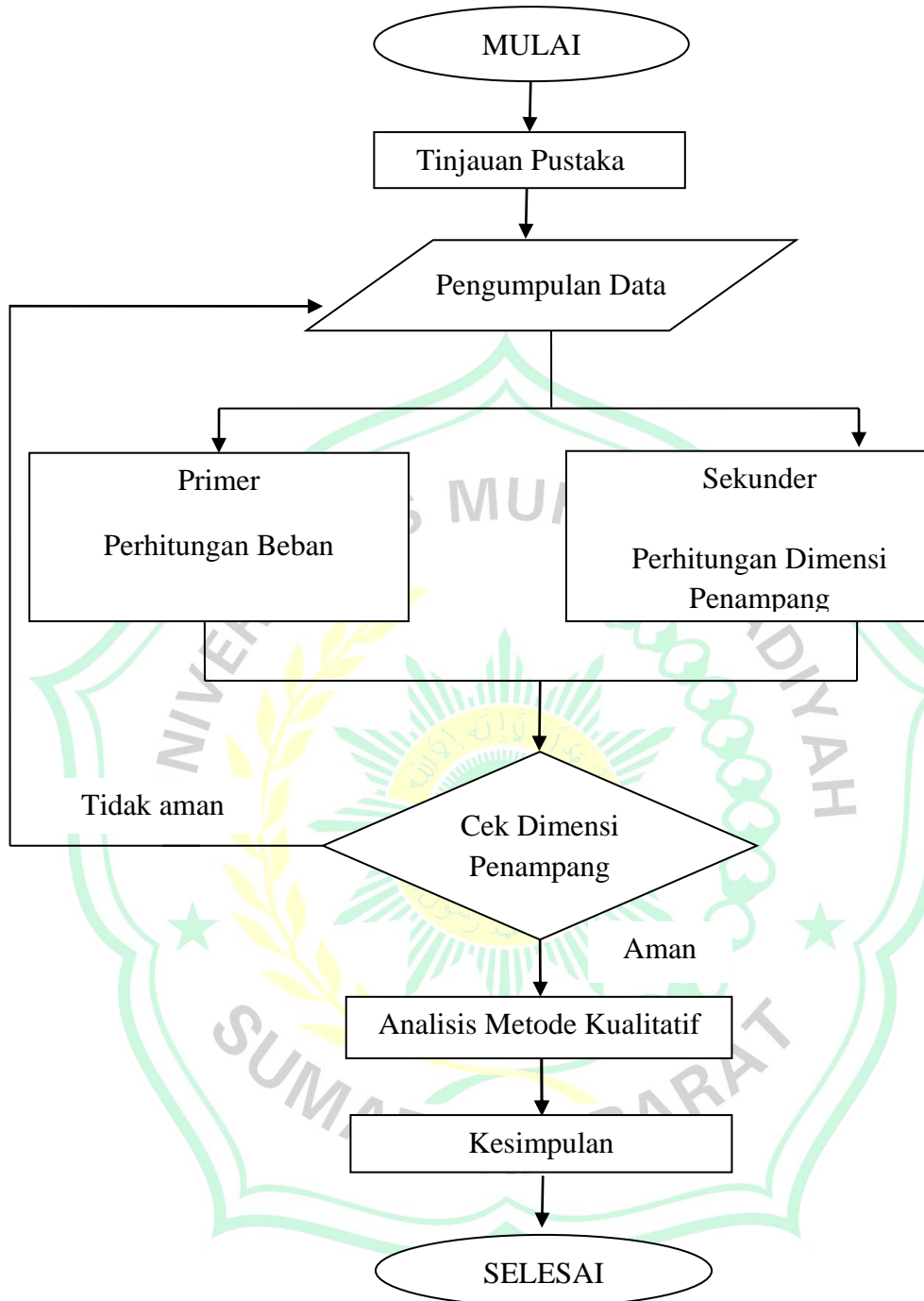
### 3.3.3 Metode Analisa Data

Metode yang digunakan adalah **Metode Kualitatif**.

Metode Kualitatif adalah penelitian yang mengutamakan ungkapan deskripsi pada penelitian.



### 3.4 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



**Gambar 3.2.** *Flowchart* penelitian



## BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### ➤ Data Teknis Proyek

Jenis Bangunan	: Bangunan 3 Lantai
Jenis Struktur	: Beton Bertulang
Elevasi Bangunan	:
- Lantai 1	: ±0.00 m
- Lantai 2	: ±4 m
- Lantai 3	: ±4 m
Lantai Dak	: ±11,97 m

### Pekerjaan Pondasi

- Dimensi tiang pancang = 30 x 30 cm
- Kedalaman = 8 m
- Daya dukung ijin per tiang ( $Q_a$ ) = 175,33 ton
- Daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ ) = 526 ton/m<sup>2</sup>
- *Safety factor* ( $S_f$ ) = 3
- $P_u$  = 6484,740 kN = 611,18 ton

### Pondasi Pile Cap

- Lebar pile cap ( L ) = 300 cm
- Panjang pile cap ( P ) = 300 cm
- Tinggi pile cap ( T ) = 100 cm
- Diameter tiang ( D ) = 90 cm
- Daya dukung ijin per tiang ( $Q_a$ ) = 175,33 ton
- Daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ ) = 526 ton/m<sup>2</sup>

### Pekerjaan Sloof

- Sloof UK.(S1) : 30 x 60 cm

Mutu beton =  $f_c' = 24.9$  Mpa ( K 300) Ready Mixed

- Sloof UK.(S2) : 20 x 60 cm  
Mutu beton =  $f_c' = 18.68$  Mpa ( K 225) Ready Mixed
- Sloof UK.(S3) : 15 x 20 cm  
Mutu beton =  $f_c' = 14,5$  Mpa ( K 175) Ready Mixed

### **Pekerjaan Kolom**

- Dimensi Kolom

K1 : 50 x 60cm

K3A : 50 x 60cm

K2 : 50 x 60cm

K3 : 50 x 60cm

K4 : 20 x 20cm

KE : 30 x 30cm

KE1 : 20 x 30cm

KV : 15 x 110 cm

KC : 15 x 100 cm

KC1 : 15 x 55 cm

KP : 13 x 13 cm

- Dimensi Tulangan : R8, R10, R12, D13, D19, dan D22
- Mutu Beton :  $f_c' = 24.9$  Mpa (K-300)
- Mutu Tulangan
- BJTD 39 ( $f_y = 400$  Mpa)
- BJTP 24 ( $f_y = 240$  Mpa)

### **Pekerjaan Balok**

- a. Dimensi Balok

• BL1 = 30 x 50cm

• BL2 = 30 x 50cm

• BL3 = 30 x 50cm

• BL4 = 15 x 25 cm

- BL5 = 25 x 45 cm
- BA1 = 20 x 40 cm
- RB = 11 x 20 cm
- Balok Late = 11 x 20 cm

b. Dimensi Tulangan = R8, R10, D16, D19

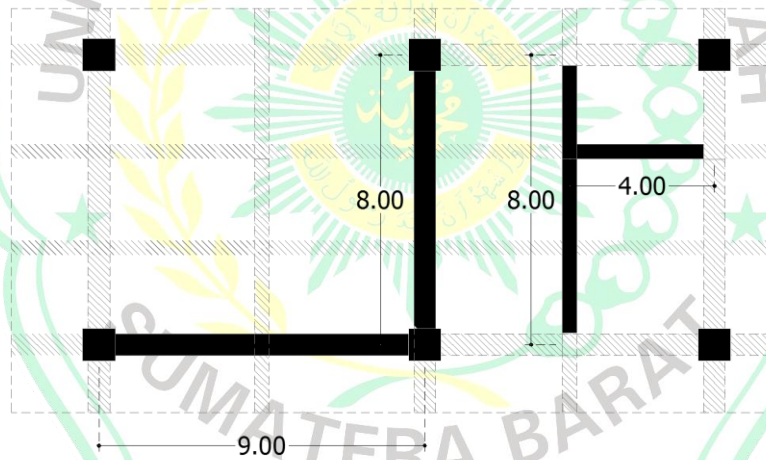
c. Mutu Beton =  $f_c' 24.9 \text{ Mpa(K-300)}$

d. Mutu Tulangan

- BJTD 39 ( $f_y = 400 \text{ Mpa}$ )
- BJTP 24 ( $f_y = 240 \text{ Mpa}$ )

#### 4.1. Preliminari Desain Penampang

##### 4.1.1. Balok



Gambar 4.1 Denah Balok

(Sumber : gambar perencanaan)

1. Balok induk 70/45

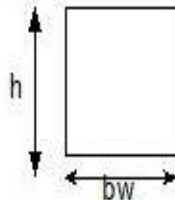
Data – data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	9000	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	9000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	3000	mm
		H2	4000	mm
3	Mutu Beton	K	300	Kg/cm <sup>2</sup>
4	Mutu Baja	$f_y$	290	MPa

(Sumber: Data Prelim Balok)

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



Gambar 4.2 Dimensi Balok

(Sumber : google Image :Balok)

a. Tinggi balok

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 4.2 Tabel Minimum h

**Tabel 9.3.1.1 – Tinggi minimum balok nonprategang**

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

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

(Sumber: SNI (2847:2019))

\* Balok induk :

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

$$h > 9000 / 12$$

$$h > 750 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk  $f_y$  selain 420 Mpa, maka :

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

$$h > 9000/12 (0.4+290/700)$$

$$h > 610,714 \text{ mm}$$

maka di ambil nilai  $h = 700 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok ( $b_w$ )

\* Balok induk :

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

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

$$2/3 h = 466,666 \text{ mm}$$

$$350 < b_w < 466,666$$

maka,  $b_w = 450 \text{ mm}$

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,  $L_n$  tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

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

$$9000 - 450 \geq 4 \times (700 - 40)$$

$$8550 \geq 2640 \quad \text{.....ok !!}$$

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

- a.  $b_w / h \geq 0,3$   
 $0,643 \geq 0,3 \quad \text{..... ok !!}$
- b.  $b_w \geq 250 \text{ mm}$   
 $450 \text{ mm} \geq 250 \text{ mm} \quad \text{..... ok !!}$

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 ,  $c_1$

$$b_w \leq 2.c_2$$

$$450 \leq 800 \quad \text{.....ok !!}$$

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

$$450 \leq 700 \quad \text{.....ok !!}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:

Balok induk : 700 mm x 450 mm

## 2. Balok anak 60/35

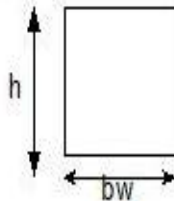
Data – data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	8000	mm
		L2	7000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	8000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	7000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	3000	mm
		H2	4000	mm
3	Mutu Beton	K	300	Kg/cm <sup>2</sup>
4	Mutu Baja	$f_y$	290	MPa

(Sumber: Data Prelim Balok)

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



Gambar 4. 2 Dimensi Balok

(Sumber : google Image :Balok)

### a. Tinggi balok

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 4.2 Tabel Minimum h

**Tabel 9.3.1.1 – Tinggi minimum balok nonprategang**

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

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

(Sumber: SNI (2847:2019))

\* Balok induk :

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

$$h > 8000 / 12$$

$$h > 666,666 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk  $f_y$  selain 420 Mpa, maka :

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

$$h > 8000/12 (0.4+290/700)$$

$$h > 542,857 \text{ mm}$$

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

b. Lebar Badan Balok ( $b_w$ )

\* Balok induk :

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

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

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

$$300 < b_w < 400$$

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



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

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

$$L_n \geq 4d$$

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

$$8000 - 350 \geq 4 \times (600 - 40)$$

$$8500 \geq 2240 \quad \text{.....ok !!}$$

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

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

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,  $c_1$

$$b_w \leq 2.c_2$$

$$350 \leq 800 \quad \text{.....ok !!}$$

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

$$350 \leq 700 \quad \text{.....ok !!}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:

Balok anak 1 : 600 mm x 350 mm

3. Balok anak 35/25

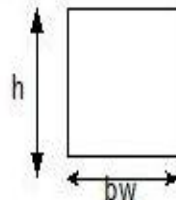
Data – data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	4500	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	4500	mm
	Balok Terpendek	Lpd	2000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	3000	mm
		H2	4000	mm
3	Mutu Beton	K	300	Kg/cm <sup>2</sup>
4	Mutu Baja	$f_y$	290	MPa

(Sumber: Data Prelim Balok)

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



Gambar 4.2 Dimensi Balok

(Sumber : google Image :Balok)

c. 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 4.2 Tabel Minimum h

**Tabel 9.3.1.1 – Tinggi minimum balok nonprategang**

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

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

(Sumber: SNI (2847:2019))

\* Balok induk :

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

$$h > 4500 / 12$$

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

untuk  $f_y$  selain 420 Mpa, maka :

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

$$h > 4500/12 (0.4+290/700)$$

$$h > 283,928 \text{ mm}$$

maka di ambil nilai  $h = 350 \text{ mm}$

d. Lebar Badan Balok (bw)

\* Balok induk :

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

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

$$2/3 h = 283,333 \text{ mm}$$

$$175 < bw < 283,333$$

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

$$\begin{aligned} L_n &\geq 4d \\ L_{pj} - b_w &\geq 4 \times (h - 40) \\ 4500 - 250 &\geq 4 \times (350 - 40) \\ 4250 &\geq 1240 \quad \text{.....ok !!} \end{aligned}$$

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

- a.  $b_w / h \geq 0,3$   
 $0,714 \geq 0,3 \quad \text{..... ok !!}$
- 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,  $c_1$

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

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:

Balok anak 2 : (350 mm x 250 mm)

#### 4.1.2. Pelat Lantai

Pelat direncanakan monolit dengan asumsi balok sebagai balok tunggal dengan memanfaatkan bentuk T, untuk menambahkan luas tekan yang dianalisis,

berdasarkan SNI 2847:2013 (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 :

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

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

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

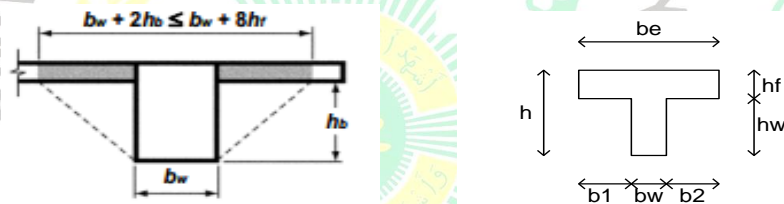
$$L_{pd} = 3000 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 250 \text{ Mpa}$$

### 1. Perencanaan Dimensi Pelat Balok

#### a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar 4.3 Dimensi Pelat

(Sumber : google Image Pelat)

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

Lebar sayap  $b_e = b_w + b_1 + b_2$

aturan 1:

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

$$\begin{aligned}
 * \quad h_w &= h - h_f \\
 &= 700 - 150 \\
 &= 550 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$* \quad b_1 = h_w$$

$$b_1 = 550 \text{ mm}$$

$$* b_2 = b_1$$

$$b_2 = 550 \text{ mm}$$

$$* b_e = b_w + b_1 + b_2$$

$$b_e = 350 + 550 + 550$$

$$b_e = 1450 \text{ mm}$$

Cek :

\* Panjang bentang bersih balok adalah :

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

$$L_n = 9000 - 350$$

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

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

Berdasarkan SNI 2847:2013 butir 8.12.2 halaman 63 :

$$* b_e < \frac{1}{4} L_{pj} \quad ; \quad \frac{1}{4} L_{pj} = 1375 \text{ mm}$$

$$1450 < 2250 \text{ mm} \quad \text{OK !!}$$

$$* b_1, b_2 < 8h_f \quad ; \quad 8h_f = 960 \text{ mm}$$

$$550 < 1200 \text{ mm} \quad \text{OK !!}$$

$$* b_1, b_2 < \frac{1}{2} L_n \quad ; \quad \frac{1}{2} L_n = 2625 \text{ mm}$$

$$550 < 4325 \text{ mm} \quad \text{OK !!}$$

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



Gambar 4.4 Plat Tepi Konstruksi

(Sumber : google Image Plat)

Berdasarkan SNI 2847 2013 butir 8.12.3 halaman 63 :

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

$$\begin{aligned}
be1 &= 350 + 550 \\
be1 &= 900 \text{ mm} \\
hw &= h - hf \\
hw &= 700 - 150 \\
hw &= 550 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Cek :

Berdasarkan SNI 2847 2013 butir 8.12.3 halaman 63 :

$$\begin{aligned}
hw &< 1/12 L_{pj} && ; && 1/12 L_{pj} = 458,33 \text{ mm} \\
550 &< 750 \text{ mm} && \dots\dots\dots \text{OK !!} \\
hw &< 6 hf && ; && 6 hf = 720 \text{ mm} \\
550 &< 900 \text{ mm} && \dots\dots\dots \text{OK !!} \\
hw &< 1/2 L_n && ; && 1/2 L_n = 2625 \text{ mm} \\
550 &< 4325 \text{ mm} && \dots\dots\dots \text{OK !!}
\end{aligned}$$

2. Cek Tebal Pelat Pembebanan

Berdasarkan SNI 2847:2013 (BETON) hal 72 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,  $\alpha m < 2$ , maka ;  $hf \geq 125 \text{ mm}$

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

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

Keterangan :

- Ln = Panjang bentang bersih (mm), untuk sisi plat dan balok, Ln adalah jarak dari sisi ke sisi balok
- hf = panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok
- $\beta$  = perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang bersih terpendek

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

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

dimana :  $I_{bp}$  = inersia balok

$I_p$  = inersia pelat

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

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$* \text{ be} = 1,45 \text{ m}$$

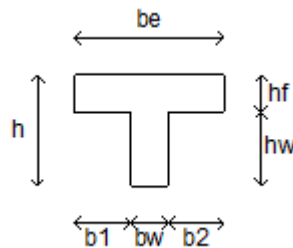
$$\text{be} = 1450 \text{ mm}$$

$$* \text{ hf} = 0,15 \text{ m}$$

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

$$* \text{ hw} = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{hw} = 550 \text{ mm}$$



Gambar 4.5 Plat Lantai

(Sumber : google Image Plat Lantai)

$$A1 = hw \times bw$$

$$A1 = 550 \times 350$$

$$A1 = 192500 \text{ mm}^2$$

$$A2 = hf \times be$$

$$A2 = 150 \times 1450$$

$$A2 = 217500 \text{ mm}^2$$

Titik Berat

$$A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw = 52937500 \quad \dots\dots a$$

$$A2 \cdot (hf/2 + hw) = 1,36 \times 10^8 \quad \dots\dots b$$

$$A1 + A2 = 410000 \quad \dots\dots c$$

Jadi,



$$\begin{aligned}
 y &= (a+b)/c \\
 &= 460,6707 \text{ mm} \\
 &= 0,4606 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{x1} &= (1/12.bw.hw^3) \\
 &= 6239062500 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 1/2.hw \\
 &= 275 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{x2} &= (1/12.be.hf^3) \\
 &= 407812500 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_2 &= (1/2.hf)+hw \\
 &= 625 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{bp1} &= I_{x1} + (A1*(y-y_1)^2) + I_{x2} + (A2*(y_2-y)^2) \\
 &= 19156440549 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

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

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$\begin{aligned}
 be_1 &= 900 \text{ mm} \\
 A_1 &= hw.bw \\
 &= 192500 \text{ mm}^2 \\
 A_2 &= hf.be_1 \\
 &= 135000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Titik Berat

$$\begin{aligned}
 A_1 \cdot 1/2 \cdot hw &= 52937500 && \text{.....a} \\
 A_2(hf/2+hw) &= 84375000 && \text{.....b} \\
 A_1+A_2 &= 327500 && \text{.....c}
 \end{aligned}$$

Jadi,

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

$$= 419,274 \text{ mm}$$

$$= 0,419 \text{ m}$$

$$I_{x1} = (1/12 \cdot b_w \cdot h_w^3)$$

$$= 6239062500 \text{ mm}^4$$

$$y_1 = 1/2 \cdot h_w$$

$$= 90 \text{ mm}$$

$$I_{x2} = (1/12 \cdot b_{e1} \cdot h_f^3)$$

$$= 61920000 \text{ mm}^4$$

$$y_2 = (1/2 \cdot h_f) + h_w$$

$$= 240 \text{ mm}$$

$$I_{bp2} = I_{x1} + (A_1 \cdot (y - y_1)^2) + I_{x2} + (A_2 \cdot (y_2 - y)^2)$$

$$= 724258509,3 \text{ mm}^4$$

b. Menentukan inersia plat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

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

$$= 1314843750 \text{ mm}^4$$

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

$$= 12,330$$

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

$$= 471093750 \text{ mm}^4$$

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

$$= 34,415$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

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

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

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

$$= 7,567$$

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

$$= 843750000 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= l_{b1}/l_{p4} \\ &= 22,703 \\ \alpha &= (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)/4 \\ &= 19,254 \\ \beta &= (L_{pj} - b_w)/(L_{pd} - b_w) \\ &= 3,264\end{aligned}$$

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

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

dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$144,594 \text{ mm} < h_f = 150 \text{ mm} \dots\dots\text{OK}$$

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

#### 4.1.3. Kolom

##### 1. Kolom Lantai 3

Keterangan :

Tebal Pelat = 0,15 m

Luas Pelat = 64 m<sup>2</sup>

Dimensi balok = 0,4 x 0,25 m

Panjang Balok = 5,5 m

Dimensi kolom = 0,7 x 0,7 m

Tinggi Kolom = 4 m

Beban Mati :

Balok Induk = 0,7 x 0,5 x 16 x 2400 = 13440 kg

Balok anak 1 = 0,6 x 0,35 x 2,28 x 2400 = 1149,12 kg

Balok anak 2 = 0,35 x 0,3 x 7,24 x 2400 = 1520,40 kg

Spesi	= 0,02 x 64 x 21	= 2688 kg
MEP	= 64 x 30	= 1920 kg
Plafond	= 64 x 20	= 1280 kg
Dak beton	= 0,15 x 64 x 2400	= 23040 kg

Beban hidup :

Beban orang	= 64 x 400	= 25600 kg
Beban hujan	= 64 x 40	= <u>2560 kg</u> +
		99101,024 kg

Maka :

Gaya Berat = 109606,024 kg

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

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

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

fc' = 0,747

Syarat :

V/A	≤	fc'	
0,202	≤	0,747	..... OKE !!!

## 2. Kolom lantai 2

Keterangan :

Tebal Pelat	= 0,15 m
Luas Pelat	= 64 m <sup>2</sup>
Dimensi balok	= 0,7 x 0,5 m
Panjang Balok	= 16 m
Dimensi kolom	= 0,8 x 0,8 m
Tinggi Kolom	= 4 m

Beban Mati :

Beban Pelat	= 0,15 x 64 x 2400	= 23040 kg
Balok Induk	= 0,7 x 0,5 x 16 x 2400	= 13440 kg

Balok anak 1	= 0,6 x 0,35 x 16 x 2400	= 1149,12 kg
Balok anak 2	= 0,35 x 0,3 x 16 x 2400	= 1520,40 kg
Beban kolom	= 0,7 x 0,7 x 4 x 2400	= 4704 kg
Spesi	= 0,02 x 64 x 21	= 2688 kg
MEP	= 64 x 30	= 1920 kg
Beban Dinding	= 2,8 x 16 x 250	= 1200 kg
Plafond	= 64 x 20	= 1280 kg
Berat Keramik	= 64 x 24	= 1536 kg

Beban hidup :

$$\text{Beban orang} = 64 \times 400 = 25600 \text{ kg} + 115933,024 \text{ kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Gaya Berat} &= \text{gaya berat lantai 3} + \text{gaya berat 2} \\ &= 99101,024 + 115933,024 \\ &= 215034,024 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Luas rencana kolom} = 640000 \text{ mm}^2$$

$$K = 300$$

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

$$f_c' = 0,747$$

Syarat :

$$V/A \leq f_c'$$

$$0,336 \leq 0,747 \quad \dots\dots\dots \text{OKE !!!}$$

### 3. Kolom lantai 1

Keterangan :

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

$$\text{Luas Pelat} = 64 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensi balok} = 0,7 \times 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Balok} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 0,8 \times 0,8 \text{ m}$$

Tinggi Kolom = 4 m

Beban Mati :

Beban Pelat	= 0,15 x 64 x 2400	= 23040 kg
Balok Induk	= 0,7 x 0,5 x 16 x 2400	= 13440 kg
Balok anak 1	= 0,6 x 0,35 x 16 x 2400	= 1149,12 kg
Balok anak 2	= 0,35 x 0,3 x 16 x 2400	= 1520,40 kg
Beban kolom	= 0,8 x 0,8 x 4 x 2400	= 6144 kg
Spesi	= 0,02 x 64 x 21	= 2688 kg
MEP	= 64 x 30	= 1920 kg
Beban Dinding	= 3,3 x 21,6 x 250	= 13200 kg
Plafond	= 64 x 20	= 1280 kg
Berat Keramik	= 64 x 24	= 1536 kg

Beban hidup :

Beban orang = 64 x 400 = 25600 kg +  
120061,024 kg

Maka :

Gaya Berat = gaya berat lantai 2 + gaya berat lantai 1  
= 215034 + 120061,024  
= 335095 kg

Luas rencana kolom = 640000 mm<sup>2</sup>

K = 300

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

f<sub>c</sub>' = 0,747

Syarat :

V/A ≤ f<sub>c</sub>'

0,524 ≤ 0,747 ..... OKE !!!

#### 4. Kolom Basement

Keterangan :

Tebal Pelat	= 0,15 m
Luas Pelat	= 64 m <sup>2</sup>
Dimensi balok	= 0,7 x 0,5 m
Panjang Balok	= 16 m
Dimensi kolom	= 0,9 x 0,9 m
Tinggi Kolom	= 3 m

Beban Mati :

Beban Pelat	= 0,15 x 64 x 2400	= 23040 kg
Balok Induk	= 0,7 x 0,5 x 16 x 2400	= 13440 kg
Balok anak 1	= 0,6 x 0,35 x 16 x 2400	= 1149,12 kg
Balok anak 2	= 0,35 x 0,3 x 16 x 2400	= 1520,40 kg
Beban kolom	= 0,8 x 0,8 x 4 x 2400	= 6144 kg
Spesi	= 0,02 x 64 x 21	= 2688 kg
MEP	= 64 x 30	= 1920 kg
Beban Dinding	= 3,3 x 21,6 x 250	= 13200 kg
Plafond	= 64 x 20	= 1280 kg
Berat Keramik	= 64 x 24	= 1536 kg
Beban hidup :		
Beban orang = 64 x 400		= <u>25600 kg</u> +
		120061,024 kg

Maka :

Gaya Berat	= gaya berat lantai 2 + gaya berat lantai 1
	= 335095 + 120061,024
	= 455156 kg

Luas rencana kolom = 810000 mm<sup>2</sup>

K = 300

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

fc' = 0,747

Syarat :

V/A ≤ fc'

$$0,562 \leq 0,747 \quad \dots\dots\dots \text{OKE !!!}$$

## 4.2. Pembebanan

### 4.2.1. Beban Mati

#### 1. Beban pada lantai Dak

Berat sendiri plat :

Lantai 3		tebal	qu (Kg/m <sup>2</sup> )
BV Spesi	= 21 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 2cm	= 42
BV Plafon	= 20 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 20
Water proofing	= 14 Kg/m <sup>2</sup>	x 1 cm	= 14
BV MEP	= 30 Kg/m <sup>2</sup>	x 1 cm	= 30
			+
			<u>106 kg/m<sup>2</sup></u>

#### 2. Beban pada pelat lantai 2 dan 3

Lantai 3		tebal	qu (Kg/m <sup>2</sup> )
BV Spesi	= 21 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 2 cm	= 42
BV Plafon	= 20 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 20
BV keramik	= 24 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 24
BV MEP	= 30 Kg/m <sup>2</sup>	x 1 cm	= 30
			+
			<u>116 kg/m<sup>2</sup></u>

#### 3. Beban Dinding pada balok

Lantai 1 dan 2

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

Lantai 3

Tinggi gedung (H)	= 3,5 m
Tinggi Dinding (T)	= 2,8 m



BV dinding = 250 kg/m<sup>2</sup>  
berat dinding = 700 kg/m

Lantai dak

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

#### 4.2.2. Beban Hidup

Lantai 2

Berat beban hidup berdasarkan PPIUG 1983

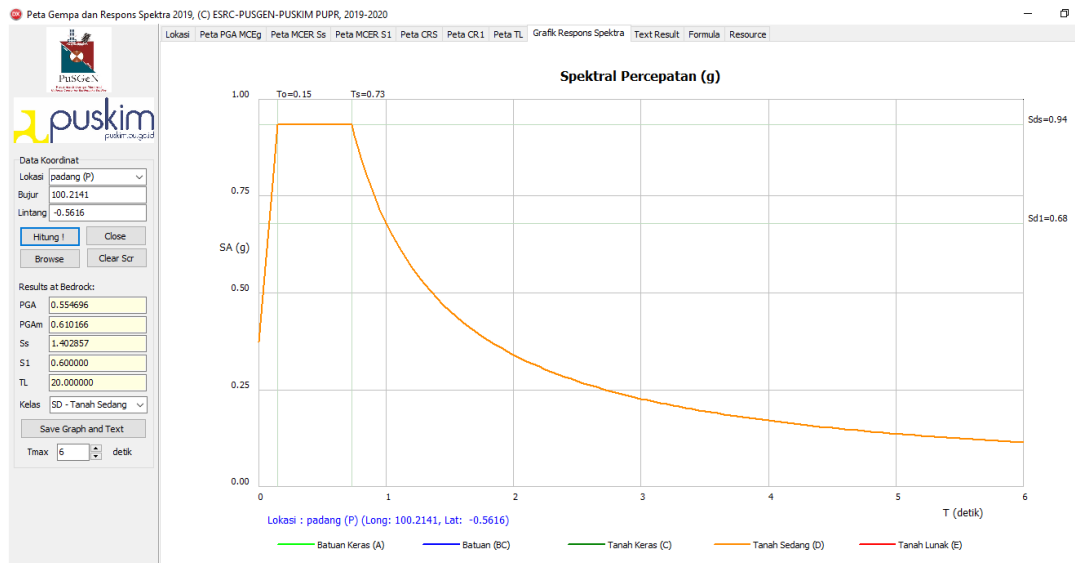
Lantai yang harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri  
= 400 kg/m<sup>2</sup>

#### 4.2.3. Beban Gempa

Program Respons Spektra Peta Gempa Indonesia 2019

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

Nama Kota : Padang (P)  
Bujur / Longitude : 100.2141 Degrees  
Lintang / Latitude : -0.5616 Degrees  
Kelas Situs : SD - Tanah Sedang



Gambar 4.5 Grafik Responspektrum Gempa  
(Sumber : Desain Spektra Pekerjaan Umum)

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

- PGA = 0.554696 g
- PGAm = 0.610166 g
- CRs = 0.000000
- CR1 = 0.000000
- Ss = 1.402857 g
- S1 = 0.600000 g
- TL = 20.000000 detik
- Fa = 1.000000
- Fv = 1.700000
- Sms = 1.402857 g
- Sm1 = 1.020000 g
- Sds = 0.935238 g
- Sd1 = 0.680000 g
- T0 = 0.145417 detik
- Ts = 0.727087detik

Time (sec)	Value (g)	Time (sec)	Value (g)
0.000	0.3741	1.400	0.4857
0.050	0.5670	1.450	0.4690
0.100	0.7600	1.500	0.4533
0.145	0.9352	1.550	0.4387
0.150	0.9352	1.600	0.4250
0.200	0.9352	1.650	0.4121
0.250	0.9352	1.700	0.4000
0.300	0.9352	1.750	0.3886
0.350	0.9352	1.900	0.3579
0.400	0.9352	1.950	0.3487
0.450	0.9352	2.000	0.3400
0.500	0.9352	2.050	0.3317
0.550	0.9352	2.100	0.3238
0.600	0.9352	2.150	0.3163
0.650	0.9352	2.200	0.3091
0.700	0.9352	2.250	0.3022
0.727	0.9352	2.300	0.2957
0.750	0.9067	2.350	0.2894
0.800	0.8500	2.400	0.2833
0.850	0.8000	2.450	0.2776
0.900	0.7556	2.500	0.2720
0.950	0.7158	2.550	0.2667
1.000	0.6800	2.600	0.2615
1.050	0.6476	2.650	0.2566
1.100	0.6182	2.700	0.2519
1.150	0.5913	2.750	0.2473
1.200	0.5667	2.800	0.2429
1.250	0.5440	2.850	0.2386
1.300	0.5231	2.900	0.2345
1.350	0.5037	2.950	0.2305

3.000	0.2267	3.400	0.2000
3.050	0.2230	3.450	0.1971
3.100	0.2194	3.500	0.1943
3.150	0.2159	3.550	0.1915
3.200	0.2125	3.600	0.1889
3.250	0.2092	3.650	0.1863
3.300	0.2061	3.700	0.1838
3.350	0.2030	3.750	0.1813
Time (sec)	Value (g)	Time (sec)	Value (g)
-----			
3.800	0.1789	5.000	0.1360
3.850	0.1766	5.050	0.1347
3.900	0.1744	5.100	0.1333
3.950	0.1722	5.150	0.1320
4.000	0.1700	5.200	0.1308
4.050	0.1679	5.250	0.1295
4.100	0.1659	5.300	0.1283
4.150	0.1639	5.350	0.1271
4.200	0.1619	5.400	0.1259
4.250	0.1600	5.450	0.1248
4.300	0.1581	5.500	0.1236
4.350	0.1563	5.550	0.1225
4.400	0.1545	5.600	0.1214
4.450	0.1528	5.650	0.1204
4.500	0.1511	5.700	0.1193
4.550	0.1495	5.750	0.1183
4.600	0.1478	5.800	0.1172
4.650	0.1462	5.850	0.1162
4.700	0.1447	5.900	0.1153
4.750	0.1432	5.950	0.1143
4.800	0.1417	6.000	0.1133
4.850	0.1402		

(Sumber : Desain Spektra Pekerjaan Umum)

### 4.3. Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000

#### 4.3.1. Mendefinisikan Penampang dan Beban

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

Kolom :

Kolom 1 = 90cm x 90cm

Kolom 2 = 80cm x 80cm

Kolom 3 = 70cm x 70cm

Balok :

Balok induk = 70cm x 45cm

Balok anak 1 = 60cm x 35cm

Balok anak 2 = 35cm x 25cm

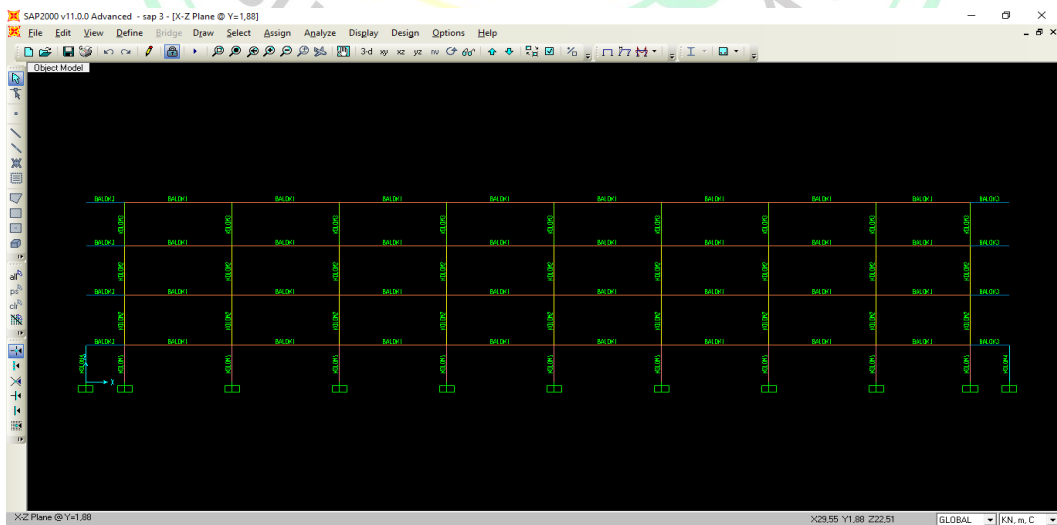
Pelat lantai:

Pelat lantai = 15cm

Dan untuk material yang di inputkan :

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

Baja ( $f_y$ ) = 290 Mpa



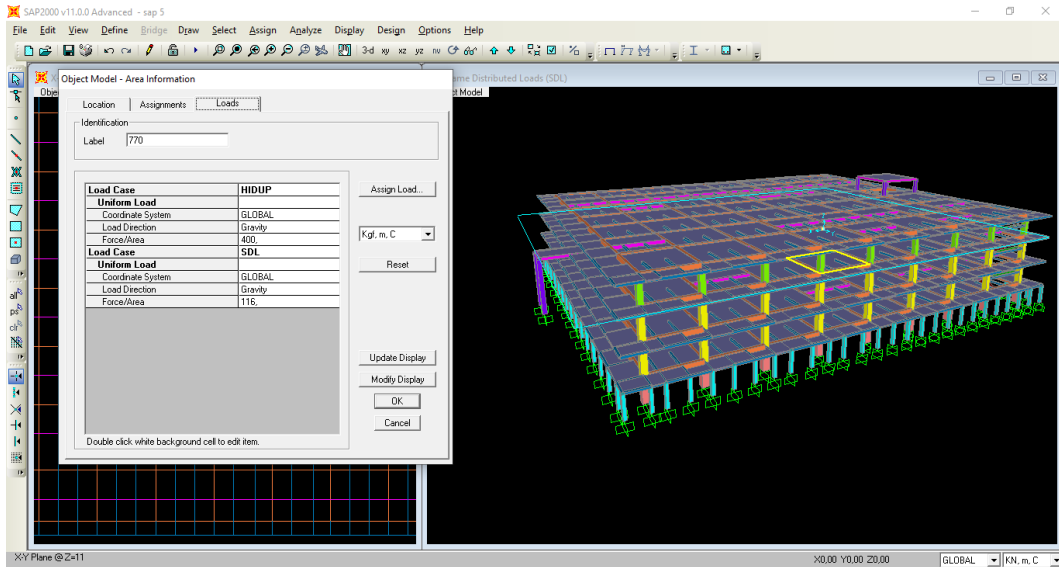
Gambar 4.7 Input Penampang

(Sumber : Aplikasi SAP2000)

### 4.3.2. Input Beban Hidup, Mati Gempa

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

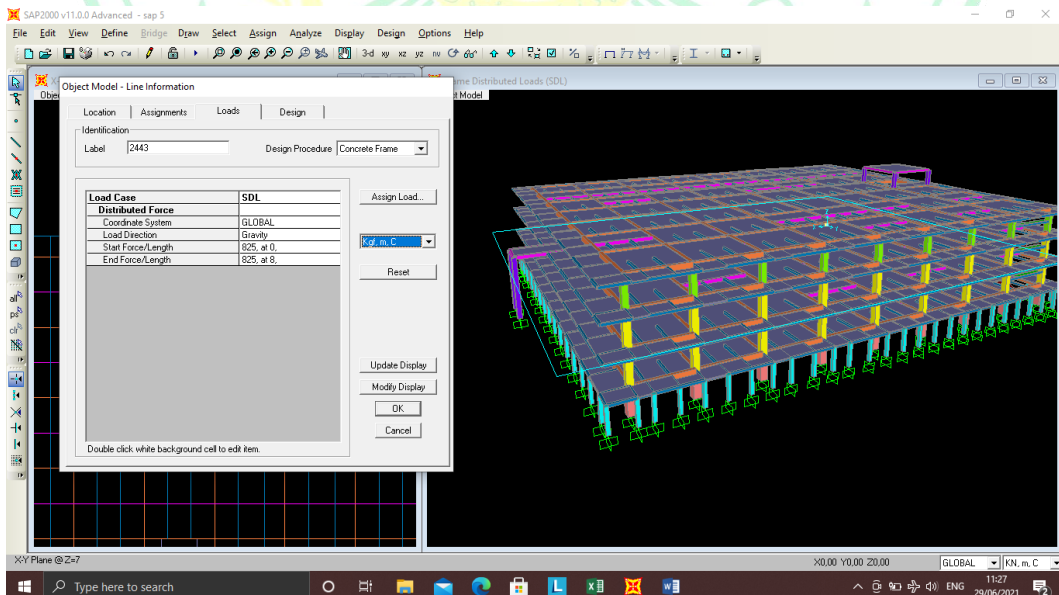
#### 1. Beban pada Pelat Lantai



Gambar 4.8 Beban pada Pelat Lantai

(Sumber : Aplikasi SAP2000)

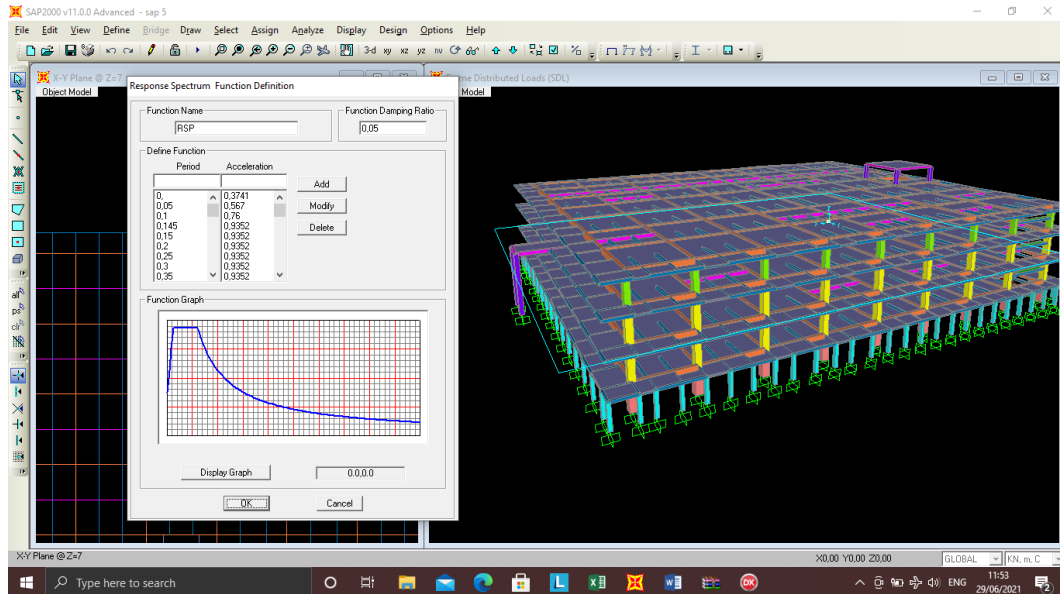
#### 2. Beban Pada Balok



Gambar 4.9 Beban Pada Balok

(Sumber : Aplikasi SAP2000)

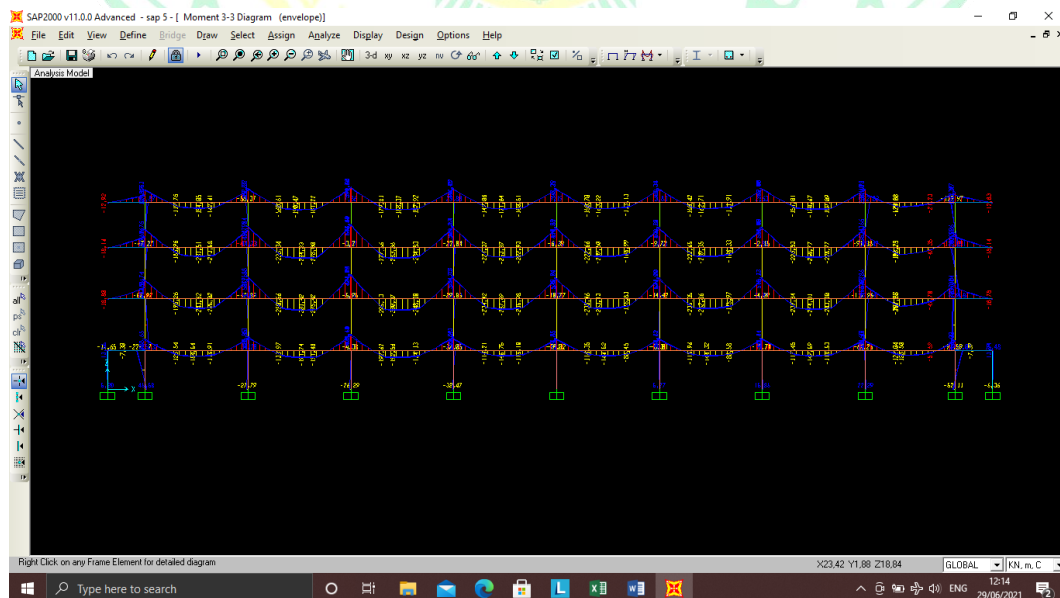
### 3. Beban Gempa



Gambar 4.10 Beban Gempa  
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

#### 4.3.3. Hasil Running SAP2000

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



Gambar 4.12 Hasil Running Berupa Grafik SAP2000  
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000 :

Balok Induk Bentang 9m

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	3,315	293,896	2,796	52,817	5,747	460,905
Min	-10,827	-342,994	-2,772	-53,583	-5,687	-647,820

Balok Induk bentang 8m

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	2,486	285,902	3,015	35,896	4,800	367,958
Min	-18,078	-276,676	-3,129	-36,700	-4,627	-772,102

Balok Anak bentang 8m

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	28,818	130,945	1,082	3,607	1,741	102,093
Min	-32,209	-138,395	-1,129	-3,692	-1,630	-199,349

Balok Anak Bentang 4m

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	2,854	62,541	0,423	1,170	0,873	26,119
Min	-5,529	-15,093	-0,430	-1,823	-0,860	-74,165



#### Kolom 1

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-4244,837	416,534	280,012	22,349	1471,356	1770,257
Min	-6484,740	-391,331	-472,332	-22,301	-1567,848	-1726,370

#### Kolom 2

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-3094,490	510,228	322,224	39,917	955,147	1377,630
Min	-5040,976	-490,547	-378,524	-39,156	-1140,228	-1331,061

#### Kolom 3

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-1419,231	289,152	194,316	18,967	429,731	754,511
Min	-1757,969	-283,779	-159,917	-18,814	-505,511	-759,971

### 4.4. Perhitungan Penulangan

#### 4.4.1. Balok

1. Balok Induk 45 x 70

##### Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton :  $f_c'$  = 24,9 MPa

Tegangan Leleh Baja :  $f_y$  (BjTS-30) = 290 MPa

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

#### Dimensi Balok

Panjang Bentang = 9000 mm

Lebar Balok = 450 mm

Tinggi Balok = 700 mm

Selimut Beton = 30 mm

Tinggi Efektif Beton =  $h - d'$

= 700 - 30

= 670 mm

#### Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u = 293,90$  kN ( hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Tumpuan ) = 293,90 kN

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Lapangan ) = 146,95 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 mm<sup>2</sup>

Jarak antar Sengkang :  $s = 100$  mm

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

#### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$s \leq s_{max}$

100,00 mm  $\leq$  300 mm ..... OK !!

#### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

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

= 250,75 kN

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

= 305,21 kN

#### Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 250,75 + 305,21 \\ &= 555,95 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 416,96 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 293,90 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 416,96 \text{ kN} &\geq 293,90 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

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

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 250,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 203,47 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 250,75 + 203,47 \\ &= 454,22 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 340,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 146,95 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 340,66 \text{ kN} &\geq 146,95 \text{ kN} \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$M_u = 647,82 \text{ kN m}$$

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

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

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

$$d = 670 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 290 \text{ Mpa}$$

$$\rho = 0,5$$

$$D = 19 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 283,529 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$= 498,182$$

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

$$= -283,507$$

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

$$= 4,008$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,554$$

$$\rho_2 = 0,014$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,014$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

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

$$= 4374,633 \text{ mm}^2$$

\* tulangan tekan

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

$$= 2187,316 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

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

$$= \frac{4374,633}{283,529}$$

$$= 15,429 \quad \approx 15 \text{ batang}$$

\* tulangan tekan

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

$$= \frac{2187,316}{283,529}$$

$$= 7,714 \quad \approx 8 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan :

15 – D 19 untuk tulangan tarik

7 – D 19 untuk tulangan tekan

## 2. Balok Induk 70cm x 45cm Bentang 8m

### Tulangan Geser

#### Data Material Balok

Kuat Tekan Beton :  $f_c'$  = 24,9 MPa

Tegangan Leleh Baja :  $f_y$  (BjTS-30) = 290 MPa

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

#### Dimensi Balok

Panjang Bentang = 8000 mm

Lebar Balok = 450 mm

Tinggi Balok = 700 mm

Selimut Beton = 30 mm

Tinggi Efektif Beton =  $h - d'$   
= 700 – 30  
= 670 mm

#### Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  = 285,90 kN ( hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Tumpuan ) = 285,90 kN

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Lapangan ) = 142,95 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 mm<sup>2</sup>

Jarak antar Sengkang :  $s$  = 100 mm

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

### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

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

### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} &: V_c = 1/6 [ (\sqrt{f_c'}) / (b d) ] \\ &= 250,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} &: V_s = (A_v f_y d) / s \\ &= 305,21 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} &: V_n = V_c + V_s \\ &= 250,75 + 305,21 \\ &= 555,95 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} &: V_r = \phi_s V_n \\ &= 416,96 \end{aligned}$$

### Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 285,90 \text{ kN}$$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 416,96 \text{ kN} &\geq 285,90 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

### Tulangan untuk Lapangan

#### Tulangan Geser Balok

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

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

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

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

### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

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

### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [ (\sqrt{f_c'}) / (b d) ] \\ & = 250,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 203,47 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 250,75 + 203,47 \\ & = 454,22 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 340,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 142,95 \text{ kN}$$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 340,66 \text{ kN} &\geq 142,95 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

### Tulangan Lentur

Diketahui:

- Mu = 772,102 kN m
- b = 450 mm
- h = 700 mm
- d' = 30 mm
- d = 670 mm
- fc' = 24,9 Mpa



$$\begin{aligned}
 f_y &= 290 \text{ Mpa} \\
 \delta &= 0,5 \\
 D &= 19 \text{ mm} \\
 A_{s1} &= 283,529 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$= 498,182$$

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

$$= -283,507$$

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

$$= 4,777$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,551$$

$$\rho_2 = 0,017$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,017$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 5241,049 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

\* tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_{s'} &= \delta \times \rho \times b \times d \\
 &= 2620,524 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$\begin{aligned}n &= \frac{As}{As1} \\ &= \frac{5241,049}{283,529} \\ &= 18,485 \quad \approx 18 \text{ batang}\end{aligned}$$

\* tulangan tekan

$$\begin{aligned}n' &= \frac{As'}{As1} \\ &= \frac{2620,524}{283,529} \\ &= 9,242 \quad \approx 9 \text{ batang}\end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan :

18 – D 19 untuk tulangan tarik

9 – D 19 untuk tulangan tekan

### 3. Balok Anak 60cm x 35cm Bentang 800cm

#### Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton	:	$f_c'$	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	:	$f_y$ (BjTS-30)	= 290 MPa
Faktor Reduksi Geser	:	$\phi_s$	= 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang	=	8000 mm
Lebar Balok	=	350 mm
Tinggi Balok	=	600 mm
Selimut Beton	=	30 mm
Tinggi Efektif Beton	=	$h - d'$
	=	600 – 30
	=	570 mm

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u = 138,39 \text{ kN}$  ( hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Tumpuan ) = 138,39 kN

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Lapangan ) = 69,20 kN

Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{max} = 285 \text{ mm}$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{array}{l} s \leq s_{max} \\ 100,00 \text{ mm} \leq 285 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots \text{OK !!} \end{array}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton :  $V_c = 1/6 [ (\sqrt{f_c'}) / (b d) ]$   
= 165,92 kN

Kuat Geser Tulangan Geser :  $V_s = (A_v f_y d) / s$   
= 259,65 kN

Kuat Geser Nominal Balok

Kuat Geser Nominal Balok :  $V_n = V_c + V_s$   
= 165,92 + 259,65  
= 425,7 kN

Kuat Geser Rencana Balok

Kuat Geser Rencana Balok :  $V_r = \phi_s V_n$   
= 319,18

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u = 138,39 \text{ kN}$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 319,18 \text{ kN} &\geq 138,39 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{max} = 285 \text{ mm}$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s &\leq s_{max} \\ 150,00 \text{ mm} &\leq 285 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton :  $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$   
 $= 165,92 \text{ kN}$

Kuat Geser Tulangan Geser :  $V_s = (A_v f_y d) / s$   
 $= 173,10 \text{ kN}$

Kuat Geser Nominal Balok

Kuat Geser Nominal Balok :  $V_n = V_c + V_s$   
 $= 165,92 + 173,10$   
 $= 339,02 \text{ kN}$

Kuat Geser Rencana Balok

Kuat Geser Rencana Balok :  $V_r = \phi_s V_n$   
 $= 254,26 \text{ kN}$

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u = 69,20 \text{ kN}$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 254,26 \text{ kN} &\geq 69,20 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

### Tulangan Lentur

Diketahui:

$$\begin{aligned} M_u &= 199,349 \text{ kN m} \\ b &= 350 \text{ mm} \\ h &= 600 \text{ mm} \\ d' &= 30 \text{ mm} \\ d &= 670 \text{ mm} \\ f_c' &= 24,9 \text{ Mpa} \\ f_y &= 290 \text{ Mpa} \\ \rho &= 0,5 \\ D &= 19 \text{ mm} \\ A_{s1} &= 283,529 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

$$\begin{aligned} A &= \frac{0,59 \times (1 - \rho)^2 \times f_y^2}{f_c'} \\ &= 498,182 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= - [ \{ (1-\rho) \times f_y \} + \{ \rho \times f_y \times (1-d'/d) \} ] \\ &= -283,507 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{M_u}{\rho \times b \times d^2} \\ &= 2,191 \end{aligned}$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,558$$

$$\rho_2 = 0,007$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,007$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 1570,020 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

\* tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \rho \times b \times d \\ &= 785,010 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s}{A_{s1}} \\ &= \frac{1570,020}{283,529} \\ &= 5,537 \approx 6 \text{ batang} \end{aligned}$$

\* tulangan tekan

$$\begin{aligned} n' &= \frac{A_s'}{A_{s1}} \\ &= \frac{785,010}{283,529} \\ &= 2,768 \approx 3 \text{ batang} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan :

6 – D 19 untuk tulangan tarik

3 – D 19 untuk tulangan tekan

4. Balok Anak 35cm x 25cm Bentang 400 cm

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton :  $f_c'$  = 24,9 MPa  
 Tegangan Leleh Baja :  $f_y$  (BjTS-30) = 290 MPa  
 Faktor Reduksi Geser :  $\phi_s$  = 0,75

**Dimensi Balok**

Panjang Bentang = 4000 mm  
 Lebar Balok = 250 mm  
 Tinggi Balok = 350 mm  
 Selimut Beton = 20 mm  
 Tinggi Efektif Beton =  $h - d'$   
 = 350 - 20  
 = 330 mm

**Gaya Geser Ultimate Balok**

Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  = 62,54 kN ( hasil Analisa Struktur)  
 Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Tumpuan ) = 62,54 kN  
 Kuat Geser Ultimit Balok :  $V_u$  ( Lapangan ) = 31,27 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 mm<sup>2</sup>  
 Jarak antar Sengkang :  $s$  = 100 mm  
 Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{max}$  = 165 mm

**Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok**

$s \leq s_{max}$   
 100,00 mm  $\leq$  165 mm ..... OK !!

**Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan**

Kuat Geser Beton :  $V_c$  =  $1/6 [ (\sqrt{f_c'}) / (b d) ]$   
 = 68,61 kN

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 150,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 68,61 + 150,33 \\ &= 218,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 164,20 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 62,54 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 164,20 \text{ kN} &\geq 62,54 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\max} = 165 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s &\leq s_{\max} \\ 150,00 \text{ mm} &\leq 165 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 68,61 \text{ kN} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 100,22 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 68,61 + 100,22 \\ &= 168,83 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 126,62 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

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

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 126,62 &\geq 31,27 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

Tulangan Lentur

Diketahui:

- Mu = 74,165 kN m
- b = 250 mm
- h = 350 mm
- d' = 20 mm
- d = 330 mm
- fc' = 24,9 Mpa
- fy = 290 Mpa
- ∅ = 0,5
- D = 16 mm
- As1 = 201,062 mm<sup>2</sup>

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$= 498,182$$

$$B = - [ \{ (1-\delta) \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times (1-d'/d) \} ]$$
$$= -281,212$$

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

$$= 3,405$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,552$$

$$\rho_2 = 0,012$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,012$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$A_s = \rho \times b \times d$$
$$= 1021,391 \text{ mm}^2$$

\* tulangan tekan

$$A_s' = \delta \times \rho \times b \times d$$
$$= 510,695 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

\* tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$
$$= \frac{1021,391}{201,062}$$
$$= 5,079 \quad \approx 6 \text{ batang}$$

\* tulangan tekan

$$\begin{aligned}n' &= \frac{As'}{As1} \\ &= \frac{510,695}{201,062} \\ &= 2,539 \quad \approx 3 \text{ batang}\end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan :

6 – D 16 untuk tulangan tarik

3 – D 16 untuk tulangan tekan

#### 4.4.2. Kolom

##### 1. Kolom 1 90 x 90 cm

Data Material Kolom

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

Tegangan Leleh Baja :  $f_y = 300,00 \text{ MPa}$

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

Dimensi Kolom

Lebar Kolom :  $b = 900 \text{ mm}$

Tinggi Kolom :  $h = 900 \text{ mm}$

Selimit Beton :  $d' = 50 \text{ mm}$

Tinggi Efektif Beton :  $d = h - d'$   
 $= 900 - 50$   
 $= 850 \text{ mm}$

##### Tulangan Geser Kolom

Diameter Sengkang :  $d_s = 12,00 \text{ mm}$

Luas Penampang Sengkang :  $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2] \text{ (sengkang 2 kaki)}$   
 $= 226,19 \text{ mm}^2$

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

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

### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

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

### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton : } V_c &= 1/6 [ (\sqrt{f'_c}) / (b d) ] \\ &= 636,22 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser } V_s &= (A_v f_y d_s) / s \\ &= 769,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom } V_n &= V_c + V_s \\ &= 636,22 + 769,06 \\ &= 1405,29 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom } V_r &= \phi_s V_n \\ &= 1053,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Gaya Geser Ultimate Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom : } V_u = 342,99 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 1291,95 \text{ kN} &\geq 342,99 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø12 – 100

### Tulangan Utama Kolom

- b = 900 mm
- h = 900 mm
- D = 25 mm (Diameter Tulangan)
- f<sub>c</sub> = 24,9 Mpa
- f<sub>y</sub> = 400 MPa
- d = 850 mm
- d' = 50 mm

$$n.tul = 28 bh \text{ ( Jumlah Tulangan )}$$

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

$$\begin{aligned} A_s = A_s' &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (25 \text{ mm})^2 \\ &= 491 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{st} &= A_s \times (n) \\ &= 380 \times 26 \\ &= 13737,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_g &= b \times h \\ &= 900 \times 900 \\ &= 810000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

a. kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \times f_c ( A_g - A_{st} ) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times 24,9 ( 810000 - 13737,5 ) + 13737,5 \times 400 \\ &= 22350535,48 \text{ N} \\ &= 22350,535 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 22350,535 \\ &= 17880,428 \text{ kN} \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum ( $e_{min}$ )

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 900 \\ &= 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times 22350,535 \\ &= 11622,278 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance) Pnb

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{900}{900+f_y} \times d \\ &= \frac{900}{900+400} \times 850 \\ &= 588,461 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 588,461 \\ &= 500,192 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 0,85 \times 24,9 \times 546,428 \times 900 + (380 \times 400) - (380 \times 400) \\ &= 12386287,13 \text{ N} \\ &= 12386,287 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times \left( y - \frac{a_b}{2} \right) + A_s' \times f_s' \times \left( \frac{h}{2} - d' \right) \\ &\quad + A_s \times f_y \times (d - y) \\ &= 4103781347 \text{ Nmm} \\ &= 4103,781 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= \frac{4103,781}{12386,287} \\ &= 0,331 \text{ m} \\ &= 331,316 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 8051,087 \text{ kN}$$

$$\phi \times M_{nb} = 3283,025 \text{ kN}$$

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

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

$$M_n = 2137,617 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 1923,855 \text{ kN}$$

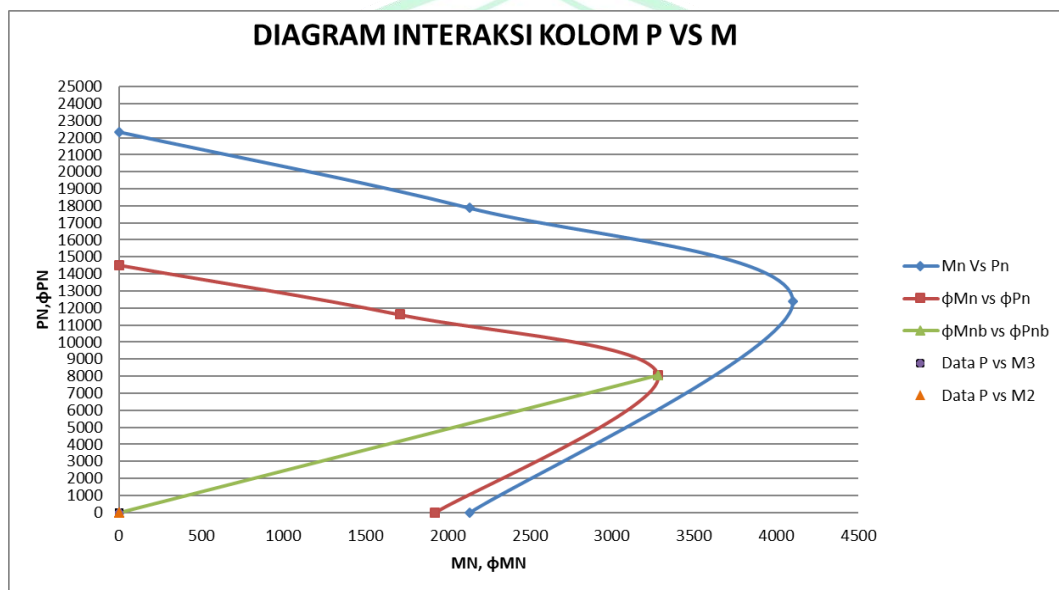
syarat :

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$1923,856 \geq 1726,37 \quad \dots \text{ OK !!}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$11622,278 \geq 6484,74 \quad \dots \text{ OK !!}$$



( Gambar 4.13: Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 1 )

Maka tulangan yang dipakai adalah 28 D - 25

## 2. Kolom 2 80cm x 80cm

Data Material Kolom

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

Tegangan Leleh Baja :  $f_y = 290 \text{ MPa}$

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

Dimensi Kolom

Lebar Kolom :  $b = 800 \text{ mm}$

Tinggi Kolom :  $h = 800 \text{ mm}$

Selimit Beton :  $d' = 50 \text{ mm}$   
 Tinggi Efektif Beton :  $d = h - d'$   
 $= 800 - 50$   
 $= 750 \text{ mm}$

Tulangan Keser Kolom

Diameter Sengkang :  $d_s = 12,00 \text{ mm}$   
 Luas Penampang Sengkang :  $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$  (sengkang 2 kaki)  
 $= 226,19 \text{ mm}^2$

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

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

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton :  $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$   
 $= 499 \text{ kN}$

Kuat Geser Tulangan Geser  $V_s = (A_v f_y d_s) / s$   
 $= 491,97 \text{ kN}$

Kuat Geser Nominal Kolom

Kuat Geser Nominal Kolom  $V_n = V_c + V_s$   
 $= 499 + 874,62$   
 $= 990,97 \text{ kN}$

Kuat Geser Rencana Kolom

Kuat Geser Rencana Kolom  $V_r = \phi_s V_n$   
 $= 743,23 \text{ kN}$

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom :  $V_u = 510,23$  (dari hasil analisis struktur)



### Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 743,23 \text{ kN} &\geq 510,23 \text{ kN} \quad \text{..... OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø12 – 100

### Tulangan Utama Kolom

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

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

$$D = 25 \text{ mm (Diameter Tulangan)}$$

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

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

$$d = 750 \text{ mm}$$

$$d' = 50 \text{ mm}$$

$$n.tul = 28 bh \text{ ( Jumlah Tulangan )}$$

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

$$\begin{aligned} A_s = A_s' &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (22 \text{ mm})^2 \\ &= 490,625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{st} &= A_s \times (n) \\ &= 490,625 \times 22 \\ &= 13737,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_g &= b \times h \\ &= 800 \times 800 \\ &= 640000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

a. kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$= 0,85 \times f_c ( A_g - A_{st} ) + A_{st} \times f_y$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \times 24,9 ( 640000 - 13737,5) + 13737,5 \times 290 \\
&= 18752485,48 \text{ N} \\
&= 18752,485 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= 0,8 \times P_o \\
&= 0,8 \times 18752,485 \\
&= 15001,988 \text{ kN}
\end{aligned}$$

eksentrisitas minimum ( $e_{\min}$ )

$$\begin{aligned}
&= 0,1 \times h \\
&= 0,1 \times 800 \\
&= 80 \text{ mm}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
&= \phi \times 0,8 \times P_o \\
&= 0,65 \times 0,8 \times 15001,988 \\
&= 9751,292 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
&= \frac{600}{600 + 400} \times 750 \\
&= 519,230 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
a_b &= 0,85 \times C_b \\
&= 0,85 \times 519,230 \\
&= 441,346 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\
&= 0,85 \times 24,9 \times 467,889 \times 800 + ( 490,625 \times 290 ) \\
&\quad - (490,625 \times 290) \\
&= 8635320 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$= 8635,32 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\ &\quad + A_s \times f_s \times (d - y) \\ &= 3264312836 \text{ Nmm} \\ &= 3264,312 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} E_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= \frac{3264,312}{8635,32} \\ &= 0,378 \text{ m} \\ &= 378,018 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 5612,958 \text{ kN}$$

$$\phi \times M_{nb} = 2611,450 \text{ kNm}$$

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

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

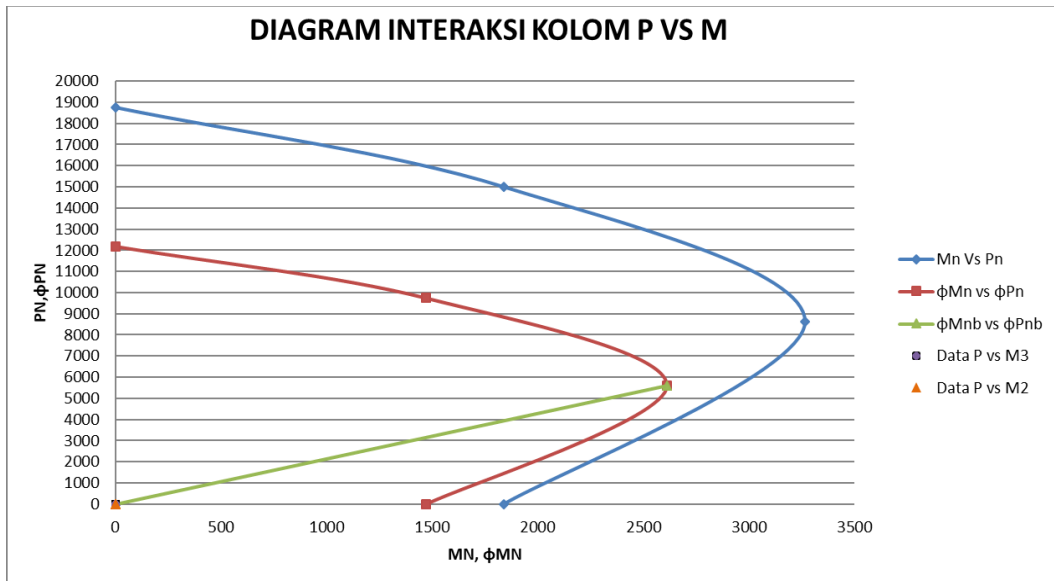
$$M_n = 1837,860 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 1470,288 \text{ kNm}$$

syarat :

$$\begin{aligned} \phi M_n &\geq M_u \\ 1.470,289 &\geq 1377,63 \quad \dots \text{ OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &\geq P_u \\ 9.751,292 &\geq 5040,976 \quad \dots \text{ OK !!} \end{aligned}$$



( Gambar 4.14 : Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom2 )

Maka tulangan yang dipakai adalah : 28 D-25

3. Kolom 3 70 x 70 cm

Data Material Kolom

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

Tegangan Leleh Baja :  $f_y = 2900,00 \text{ MPa}$

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

Dimensi Kolom

Lebar Kolom :  $b = 700 \text{ mm}$

Tinggi Kolom :  $h = 700 \text{ mm}$

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

Tinggi Efektif Beton :  $d = h - d'$   
 $= 700 - 30$   
 $= 670 \text{ mm}$

### Tulangan Keser Kolom

- Diameter Sengkang :  $d_s = 12,00 \text{ mm}$   
Luas Penampang Sengkang :  $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$  (sengkang 2 kaki)  
 $= 307,88 \text{ mm}^2$   
Jarak antar Sengkang :  $s = 100 \text{ mm}$   
Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{max} = 300 \text{ mm}$

### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

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

### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton :  $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$   
 $= 390,05 \text{ kN}$

Kuat Geser Tulangan Geser  $V_s = (A_v f_y d_s) / s$   
 $= 439,50 \text{ kN}$

### Kuat Geser Nominal Kolom

Kuat Geser Nominal Kolom  $V_n = V_c + V_s$   
 $= 390,05 + 439,50$   
 $= 829,55 \text{ kN}$

### Kuat Geser Rencana Kolom

Kuat Geser Rencana Kolom  $V_r = \phi_s V_n$   
 $= 622,16 \text{ kN}$

### Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom :  $V_u = 289,15$  ( dari hasil analisis struktur)

### Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 289,15 \text{ kN} &\geq 289,15 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah :  $\emptyset 12 - 100$

### Tulangan Utama Kolom

$$\begin{aligned}b &= 700 \text{ mm} \\h &= 700 \text{ mm} \\D &= 20 \text{ mm (Diameter Tulangan)} \\f'c &= 24,9 \text{ Mpa} \\f_y &= 400 \text{ MPa} \\d &= 650 \text{ mm} \\d' &= 300 \text{ mm} \\n.tul &= 20 \text{ bh ( Jumlah Tulangan )} \\y &= 350 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}As = As' &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (25 \text{ mm})^2 \\&= 490,625 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ast &= As \times (n) \\&= 490,625 \times 22 \\&= 9812,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Ag &= b \times h \\&= 700 \times 700 \\&= 490000 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

a. kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$\begin{aligned}&= 0,85 \times f'c ( Ag - Ast ) + Ast \times f_y \\&= 0,85 \times 24,9 ( 490000 - 9812,5 ) + 9812,5 \times 400 \\&= 14090053,92 \text{ N} \\&= 14090,053 \text{ kN}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}&= 0,8 \times P_o \\&= 0,8 \times 14090,053 \\&= 11272,043 \text{ kN}\end{aligned}$$

eksentrisitas minimum (emin)

$$= 0,1 \times h$$

$$= 0,1 \times 700$$

$$= 70 \text{ mm}$$

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

$$= \phi \times 0,8 \times P_o$$

$$= 0,65 \times 0,8 \times 11272,043$$

$$= 6358,54 \text{ kN}$$

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

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{700}{700+f_y} \times d \\ &= \frac{700}{700+400} \times 650 \\ &= 413,636 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 413,636 \\ &= 351,590 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 0,85 \times 24,9 \times 351,590 \times 700 + (490,625 \times 400) \\ &\quad - (490,625 \times 400) \\ &= 5729894,625 \text{ N} \\ &= 5729,894 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\ &\quad + A_s \times f_y \times (d - y) \\ &= 2085527871 \text{ Nmm} \\ &= 2085,527 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} E_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= \frac{2085,527}{5729,894} \\ &= 0,363 \text{ m} \\ &= 363,973 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 3724,431 \text{ kN}$$

$$\phi \times M_{nb} = 1668,422 \text{ kNm}$$

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

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

$$M_n = 1145,770 \text{ kNm}$$

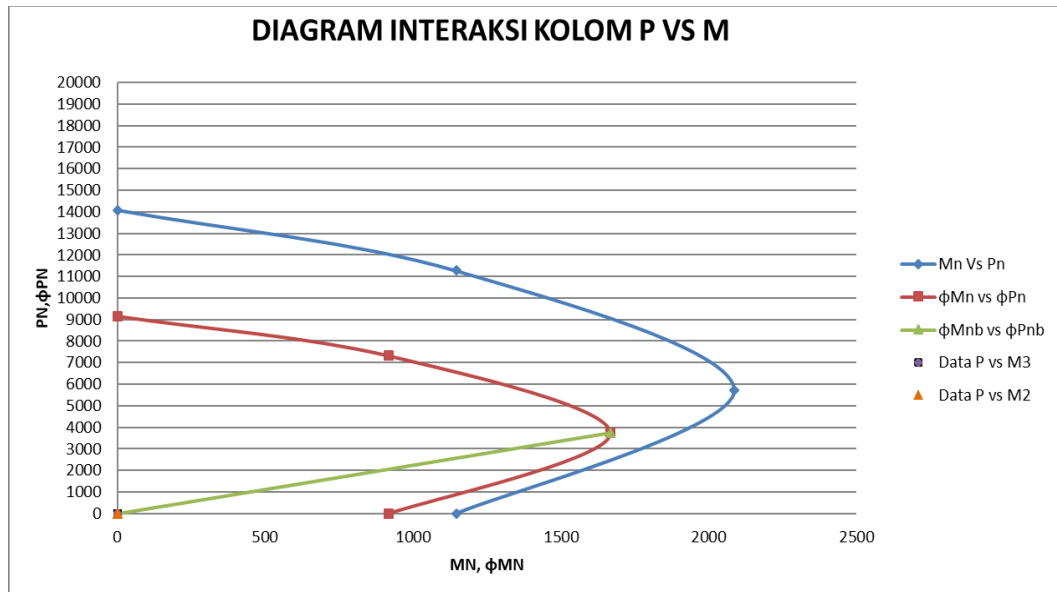
$$\phi M_n = 916,616 \text{ kNm}$$

syarat :

$$\begin{aligned} \phi M_n &\geq M_u \\ 916,616 \text{ kNm} &\geq 1377,63 \text{ kNm} \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &\geq P_u \\ 7326,828 &\geq 1757,969 \text{ kN} \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$





( Gambar 4.15 : Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 3 )

Maka tulangan yang dipakai adalah : 20 D-25

#### 4.4.3. Plat Lantai

Pembebanan pada plat lantai

Beban Mati

Berat Jenis Beton	= 2400 kg/m <sup>3</sup>
Tebal Pelat Lantai	= 0,15 m
Lantai Keramik	= 24 kg/m <sup>2</sup>
MEP	= 30 kg/m <sup>2</sup>
Spesi per cm tebal	= 21 kg/m <sup>2</sup>
Plafond	= 20 kg/m <sup>2</sup>

Beban Mati pada Pelat Lantai

Beton	= 2400 kg/m <sup>2</sup>
Lantai Keramik	= 24 kg/m <sup>2</sup>
MEP	= 25 kg/m <sup>2</sup>
Spesi tebal 2 cm	= 42 kg/m <sup>2</sup>
Plafond	= 20 kg/m <sup>2</sup>
Total	= 2516 kg/m <sup>2</sup>

Beban Hidup	= 400 kg/m <sup>2</sup>
Beban Ultimate (Qu)	= 1,2 D + 1,6 L = 3659,2 kg/m <sup>2</sup>
Selimut Beton (d)	= 30 mm
Tebal Plat	= 120 mm
fc'	= 24,9 Mpa
fy	= 290 Mpa
Tulangan Pokok, D	= 13 mm

Tinggi efektif tulangan

dx	= Tbl pelat – se.beton x (0,5 x d ) = 150 – 30 – (0,5 x 13) = 113,5 mm
----	--

dy	= Tbl pelat – se.beton – d x (0,5 x d ) = 150 – 30 – 13 x (0,5 x 13) = 100,5 mm
----	---
















Qu	= 3659,2 kg/m <sup>2</sup> = 35,896 kN/m <sup>2</sup>
----	--


Sisi pendek , Lx	= 8 m
------------------	-------

Sisi panjang, Ly	= 8 m
------------------	-------

Ly/Lx	= 1
-------	-----

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya  
akibat beban terbagi rata

		$l_y/l_x$																			
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5			
I		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25			
II		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8			
III		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83		
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57		
IV		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	16	16	13				
IVA		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125		
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79		
IVB		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	32	35	37	39	40	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25				
VA		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125		
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	123	125		
V		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	9	9	8				
VA		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25			
VB		Mlx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63			
VIA		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	16	16	15	13			
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125			
VIB		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13			
VIB		Mlx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125		
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	83		
VIB		Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42		
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8			
VIB		Mlx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83		
	Mly = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	55	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57		

— Terletak bebas  
 Terjepit penuh

Gambar 4.16 Momen Pada Plat  
(Sumber : SNI Pembebanan Gedung 1983)

Nilai Koefisien Momen berdasarkan Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang.

$$C_x = 21$$

$$C_y = 52$$

Momen-momen yang Bekerja pada Pelat

$$\begin{aligned} M_{ulx} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_x \\ &= 48,245 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{uly} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_y \\ &= 119,464 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Perencanaan Tulangan Arah  $M_{ulx} = - M_{utx}$

$$M_{ulx} = 48,245 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 60,306 \text{ kNm}$$

$$m = 13,701$$

Koefisien Ketahanan (Rn) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi} * 1000000 / 1000 \times D_x^2 \\ &= 4,681 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 0,004827 \text{ kNm} \\ \rho_b &= 0,0445 \text{ kNm} \\ \rho_{\max} &= 0,0341 \text{ kNm} \\ \rho_{\text{aktual}} &= 0,0184 \text{ kNm} \\ 1,33 * \rho_{\text{aktual}} &= 0,0245 \text{ kNm} \\ \rho_{\text{pakai}} &= 0,0184 \text{ kNm} \\ A_s \text{ perlu} &= 2097,831 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 63,239 \text{ mm}$$

Syarat

$$\begin{aligned} s &\leq 2h && \text{OK} \\ s &\leq 240 && \text{OK} \end{aligned}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (Mn)

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 884,433 \text{ mm}^2 \\ a &= 12,118 \text{ mm} \\ M_n &= 2,7557E+13 \text{ kNm} \\ \frac{M_u}{\phi} &= 60,306 \end{aligned}$$

Syarat :  $M_n > \frac{M_u}{\phi}$  .....Aman

Perencanaan Tulangan Arah Muly = - Muty

$$\begin{aligned} M_{uly} &= 119,464 \text{ kNm} \\ \frac{M_u}{\phi} &= 149,330 \text{ kNm} \\ m &= 13,701 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Koefisien Ketahanan ( $R_n$ ) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = 14,784 \text{ Mpa}$$

Rasio Tulangan

$$\rho_{\min} = 0,000482 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = 0,04182 \text{ kNm}$$

$$\rho_{\max} = 0,0313 \text{ kNm}$$

$$\rho_{\text{aktual}} = 0,028 \text{ kNm}$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 0,037 \text{ kNm}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,028 \text{ kNm}$$

$$A_s \text{ perlu} = 2844,633 \text{ mm}^2$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 146,633 \text{ mm}$$

Syarat

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

$$s \leq 240 \quad \text{OK}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen ( $M_n$ )

$$A_s \text{ ada} = 884,433 \text{ mm}^2$$

$$a = 12,118 \text{ mm}$$

$$M_n = 2,755E+13 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 149,330$$

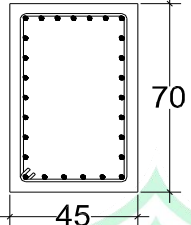
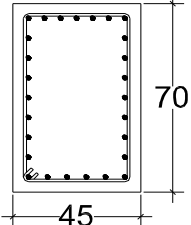
Syarat :  $M_n > M_u/\phi$  .....Aman

Maka tulangan yang dipakai

$$\text{Arah x} = \text{Ø}13 - 150$$

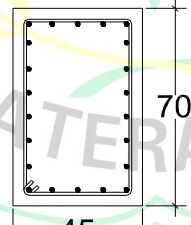
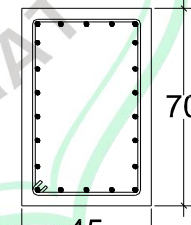
$$\text{Arah y} = \text{Ø}13 - 150$$

#### 4.5. Rekap Penulangan Balok, Kolom Dan Plat Lantai

Balok Induk 70/45 Bentang 9m		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
		
Tulangan Atas	13 Ø 19	10 Ø 19
Tulangan Tengah	4 Ø 19	4 Ø 19
Tulangan Bawah	10 Ø 19	13 Ø 19
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

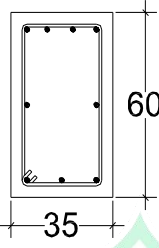
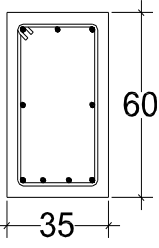
Gambar 4.17 Balok Induk 70/45 bentang 9m

(Sumber : Autocad )

Balok Induk 70/45 Bentang 8m		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan Atas	11 Ø 19	7 Ø 19
Tulangan Tengah	4 Ø 19	4 Ø 19
Tulangan Bawah	7 Ø 19	11 Ø 19
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

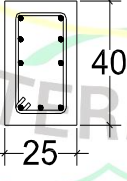
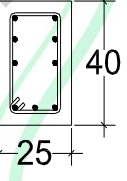
Gambar 4.18 Balok induk 70/45 bentang 8m

(Sumber : Autocad )

Balok Anak 60/35 Bentang 8m		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan Atas	4 Ø 19	3 Ø 19
Tulangan Tengah	2 Ø 19	2 Ø 19
Tulangan Bawah	3 Ø 19	4 Ø 19
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

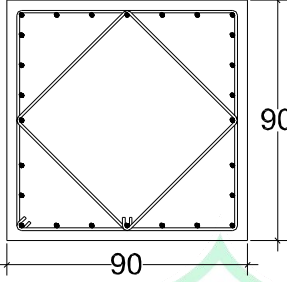
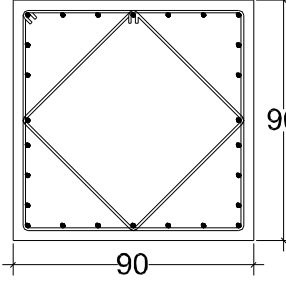
Gambar 4.19 Balok anak 60/35 bentang 8m

(Sumber : Autocad )

Balok Anak 40/25 Bentang 4m		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan Atas	4 Ø 19	3 Ø 19
Tulangan Tengah	2 Ø 19	2 Ø 19
Tulangan Bawah	3 Ø 19	4 Ø 19
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

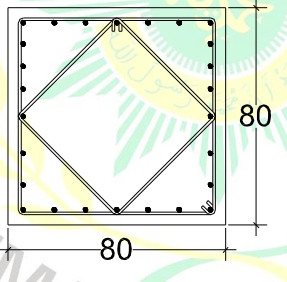
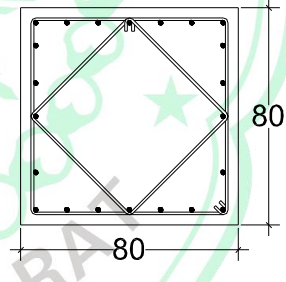
Gambar 4.20 Balok anak 40/25 bentang 4m

(Sumber : Autocad )

Kolom 90/90 (K1)		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan	28 Ø 25	28 Ø 25
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

Gambar 4.21 Kolom 1 90x90 cm

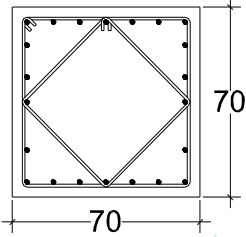
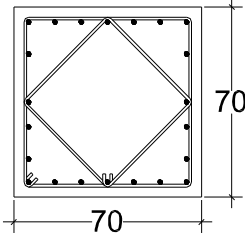
(Sumber : Autocad )

Kolom 80/80 (K2)		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan	28 Ø 25	28 Ø 25
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

Gambar 4.22 Kolom 2 80x80 cm

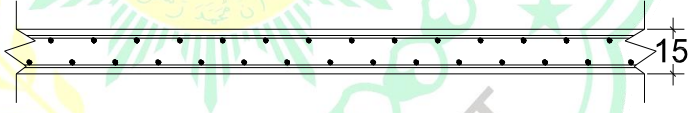
(Sumber : Autocad )



Kolom 70/70 (K3)		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa gambar		
Tulangan	20 Ø 25	20 Ø 25
Sengkang	Ø12 - 10	Ø12 - 10

Gambar 4.23 Kolom 3 70x70 cm

(Sumber : Autocad )

Pelat Lantai	
Keterangan	
Sketsa gambar	
Tulangan Atas	Ø13 - 15
Tulangan Tengah	
Tulangan Bawah	Ø13 - 15

Gambar 4.24 Pelat lantai tebal 15cm

(Sumber : Autocad )

Tabel 4.3 Rekap penulangan Balok

No	Nama	Bentang ( cm )	h ( mm )	b (mm)	Tulangan		Sengkang	
1	balok induk	900	700	450	Tulangan atas	15 D 19	tumpuan	Ø10 - 100
					Tulangan bawah	7 D 19	lapangan	Ø10 - 150
2	balok induk	800	700	450	Tulangan atas	18 D 19	tumpuan	Ø10 - 100
					Tulangan bawah	9- D19	lapangan	Ø10 - 150
3	balok anak 1	800	600	350	Tulangan atas	6 D 19	tumpuan	Ø10 - 100
					Tulangan bawah	3 D 19	lapangan	Ø10 - 150
4	balok anak 2	400	400	250	Tulangan atas	6 D 16	tumpuan	Ø10 - 100
					Tulangan bawah	3 D 16	lapangan	Ø10 - 150

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.4 Rekap penulangan Kolom

No	Nama	Bentang ( cm )	h ( mm )	b (mm)	Tulangan		Sengkang	
1	Kolom 1	300	900	900	28 D-25		Ø12 - 100	
2	Kolom 2	400	800	800	28 D-25		Ø12 - 100	
3	Kolom 3	350	700	700	20 D-25		Ø12 - 100	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.6 Rekap penulangan Plat Lantai

Nama	Tinggi ( cm )	Tulangan atas ( mm )	Tulangan Bawah (mm)
Pelat Lantai	15	Ø13 - 150	Ø13 - 150

(Sumber : Hasil Perhitungan)

## 4.6 Perhitungan Pondasi

### 4.6.1 Jumlah tiang dalam 1 pondasi

Berdasarkan data tanah diperoleh :

Dimensi tiang pancang = 30 x 30 cm

Kedalaman = 8 m

Daya dukung ijin per tiang ( $Q_a$ ) = 175,33 ton

Daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ ) = 526 ton/m<sup>2</sup>

*Safety factor* ( $S_f$ ) = 3

$P_u$  = 6484,740 kN

= 611,18 ton

a. Luas ujung tiang

$$\begin{aligned} A_p &= s \times s \\ &= 0,3 \times 0,3 \\ &= 0,09 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Keliling ujung tiang

$$\begin{aligned} K_{ll} &= s \times 4 \\ &= 0,3 \times 4 \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Jumlah tiang (n)

$$\begin{aligned} n &= \frac{P_u}{Q_a} \\ &= \frac{611,18}{175,33} \\ &= 3,485 \end{aligned}$$

Maka dipasang tiang pancang dalam grup sebanyak 4 tiang pancang

#### 4.6.2 Perhitungan Pile Cap

Lebar pile cap ( L ) = 300 cm

Panjang pile cap ( P ) = 300 cm

Tinggi pile cap ( T ) = 100 cm

Diameter tiang ( D ) = 90 cm

Daya dukung ijin per tiang (Qa) = 175,33 ton

Daya dukung ultimit tiang (Qu) = 526 ton/m<sup>2</sup>

Luas Tiang pancang

$$\begin{aligned} A_p &= s \times s \\ &= 0,3 \times 0,3 \\ &= 0,09 \text{ m} \end{aligned}$$

Syarat :

$$P_u \leq n \times Q_a$$

$$611,18 \leq 4 \times 175,33$$

$$611,18 \leq 701,32 \quad \dots\dots\dots\text{OK !!!}$$

#### 4.6.3 Perhitungan Penurunan Pondasi

$$S_c = \frac{C_c \times H_c}{1 + e_0} \times \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

Dimana :

$S_c$  = penurunan konsolidasi

$C_c$  = koefisien pemampatan

$E_0$  = angka pori

$P_0$  = tegangan efektif

$\Delta P$  = beban ultimit

$H_c$  = lapisan tanah

$$S_c = \frac{0,05 \times 10}{1 + 0,5} \times \log \frac{200 + 611,18}{200}$$

$$S_c = \frac{0,5}{1,5} \times \log 4,055$$

$$S_c = 0,033 \times \log 4,055$$

$$S_c = 0,020 \text{ m}$$

$$S_c = 2 \text{ cm}$$

Syarat :

$$\begin{array}{l} S_{\text{ijin}} \geq S_c \\ 2,5 \text{ cm} \geq 2 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{array}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Untuk melakukan perencanaan strukturn yang dilakukan pertama mengumpulkan data primer dan data sekunder. Ketepatan dalam pengumpulan data sangat membantu untuk perencanaan struktur bangunan.
2. Untuk perencanaan struktur yang kokoh di perlukan perencanaan struktur yang matang.
3. Dalam perencanaan elemen struktur didapat untuk tiap elemen pada tiap lantainya bervariasi. Dari harga itu di ambil harga maksimum untuk memudahkan perhitungan.
4. Fungsi dari hasil rekap SAP 2000
  - Analisis yang cepat serta akurat,
  - Kita dapat melakukan pemodelan shell dengan lebih akurat,
  - analisis dinamik dengan ritz dan eigenvalue,
  - Model pembebanan yang lebih lengkap baik berupa static loading maupun dynamic loading.
5. Tumpuan dipermodelan SAP menggunakan tumpuan jepit.
6. Cara mengeluarkan beban dari SAP ke pondasi sebagai berikut:  
Blok Semua Bast – Pilih Display – Pilih Tabel – Pilih Join Reaction – Pilih Beban Paling Besar.

#### **5.2 SARAN**

1. Dalam melakukan perhitungan struktur si perencanaan harus memiliki kemampuan dasar mekanika teknik yang kuat agar tidak terjadinya kesalahan dalam perhitungan struktur.
2. Seorang perencana harus mengikuti perkembangan peraturan atau pedoman dalam perencanaan struktur.
3. Untuk perancangan pelaksanaan bangunan di lakukan ketelitian dan uji coba yang benar – benar pasti agar bangunan bisa berdiri kokoh dan tidak mudah roboh saat di terpa bencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. (1993). analisa daya dukung tanah dan penurunan pondasi. *forum profesional Teknik Sipil*, 89-95.
- Dipohusodo, I. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta.
- Hariono. (2008). Teknik Struktur Bangunan. *Direktorat pembinaan sekolah kejuruan*.
- Isneini, M. (2009). Kerusakan dan kekuatan Struktur beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Krisnamurti, K. K. (2013). Pengaruh variasi bentuk prnsmpng kolom terhadap perilaku elemen struktur akibat beban gempa. *Rekayasa Sipil*, 13-27.
- Kusuma, V. (2018). Metode pelaksanaan Struktur Pelat Lantai, Pada Proyek Pembangunan Gedung. *Politeknik Negri Manado*.
- Limbongan, S. S. (2016). Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat. *Jurnal sipil Statik*.
- Masril, S. M. (2013). Analisis perilaku struktur atas gedung asrama pusdiklat IPDN Baso Bukittinggi. *Rang Journal Vol.2*, 1.
- Mulyono. (2013). Penerapan Manajemen Mutu Pada Proses Pembangunan Struktur Beton Gedung Di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil dadn Arsitektur*, 13-17.
- Nawy. (1998). Peninjauan Struktur Kolom Gedung Sekolah. *Phd Thesis Undip*.
- Nugroho, F. (2017). Pengaruh Dinding Geser Terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Momentum ISSN 1693 - 752X 19.1*.
- Sianturi, N. (2017). Tinjauan Penggunaan Balok Pracetak Pada Pembangunan Gedung. *Jurnal Rancang Sipil*, 6-11.
- Sintyawati, L. W. (2018). Studi perencanaan struktur pondasi tiang pancang gedung fakultas syariah IAIN Ponorogo. *Jurnal Manajemen Teknologi dan teknik Sipil*, 227-237.
- SNI. (1989). Nilai Slump untuk berbagai pekerjaan beton.
- SNI. (1990). Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur.
- SNI. (2002). Satuan dan benda uji beton .

- Sudarmoko, J. N. (2005). Diagram perancangan kolom beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM*, 12-20.
- Sulendra I, K. (2005). Kerukan akibat gempa dan metode perbaikan elemen struktur pasca gempa. *Jurnal SMA Tek vol.3 No.1*, 12-20.
- Sultan, M. a. (2017). Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Analisa Pushover. *Jurnal Sipil Sains*, 6-11.
- Tjokrodinuljo. (2009). Analisis pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 63-70.
- Wiratmoko, B. A. (2019). Perencanaan pondasi tiang pancang gedung ketahanan pangan nganjuk. *Jurnal manajemen Teknologi dan Teknik sipil*, 106-120

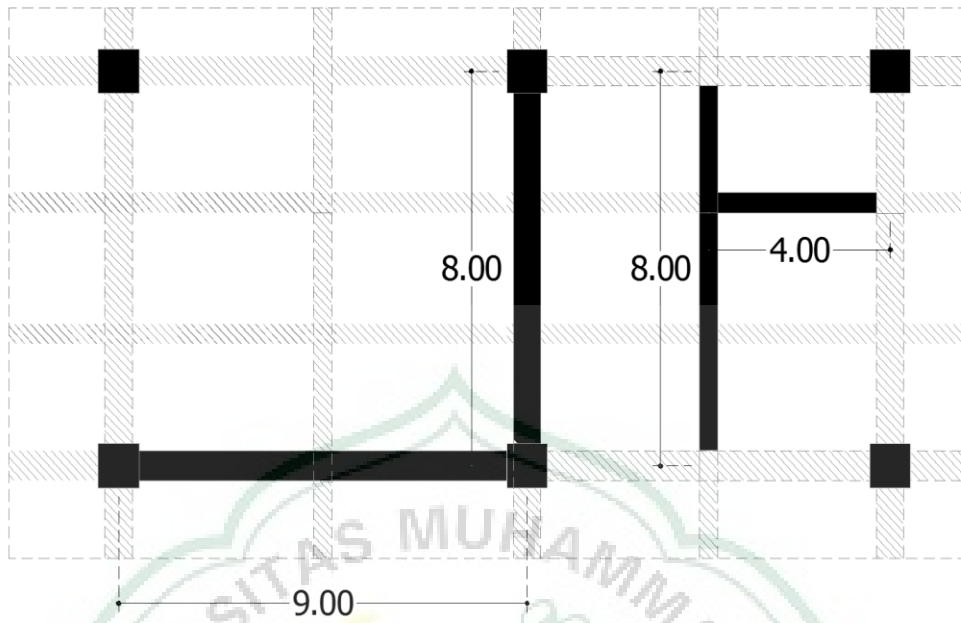


LAMPIRAN

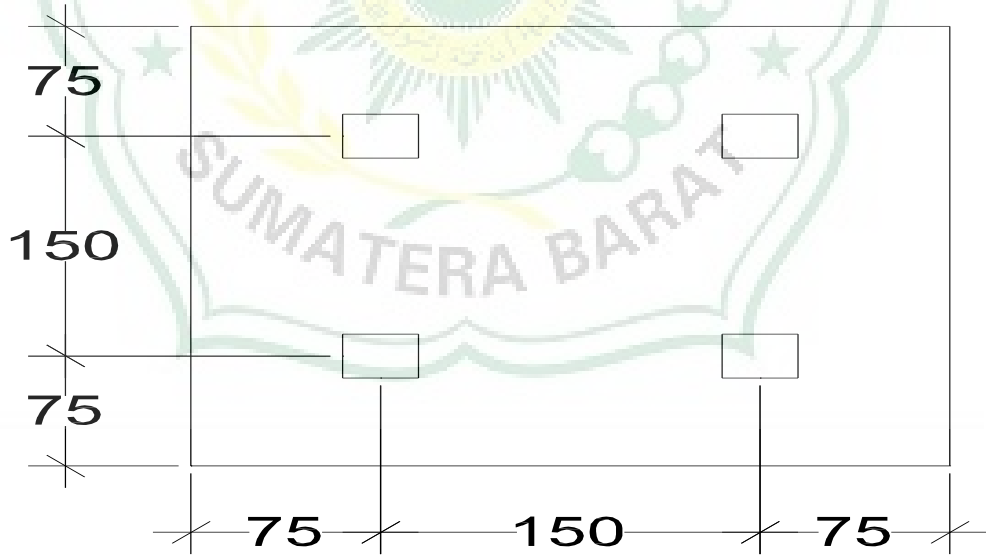




### Denah Balok



### Denah Pondasi

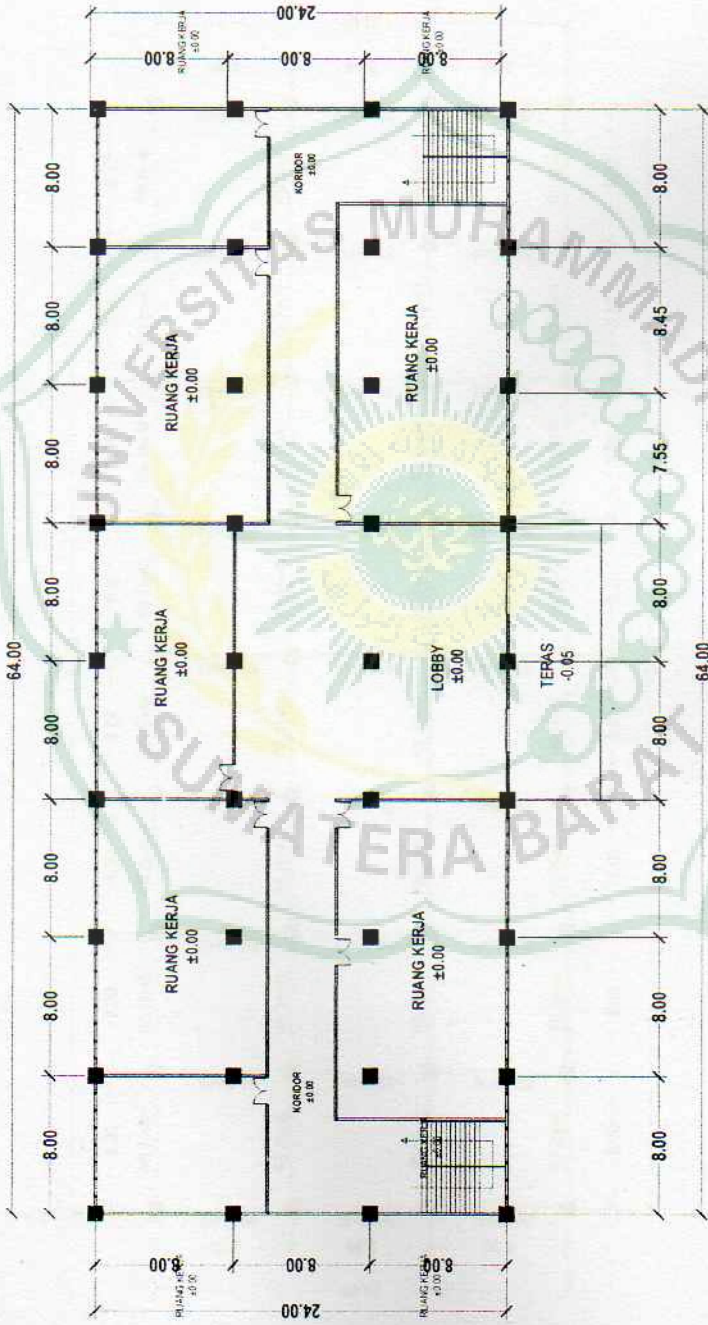


## DATA TANAH

Depth (kedalaman)	Hambatan Ujung qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan ft (kg/cm)	J.H.P Pelekat kg/cm <sup>2</sup>	Hambatan Setempat kg/cm <sup>2</sup>
0.8	2	5	28	0.3
1	5	10	38	0.5
1.2	5	10	48	0.5
1.4	5	10	58	0.5
1.6	5	10	68	0.5
1.8	5	10	78	0.5
2	10	10	88	0.5
2.2	10	10	98	0.5
2.4	10	20	118	1
2.6	10	20	138	1
2.8	30	40	158	1
3	40	50	178	1
3.2	40	50	198	1
3.4	40	50	218	1
3.6	40	50	238	1
3.8	40	50	258	1
4	40	50	278	1
4.2	40	50	298	1
4.4	45	50	348	2.5
4.6	45	70	398	2.5
4.8	45	70	448	2.5
5	65	95	508	3
5.2	70	100	568	3
5.4	80	110	628	3
5.6	80	110	688	3
5.8	85	120	758	3.5
6	65	110	848	4.5
6.2	65	110	938	4.5
6.4	65	110	1028	4.5
6.6	65	110	1118	4.5
6.8	65	110	1208	4.5
7	40	70	1268	3
7.2	40	70	1328	3
7.4	40	30	1388	3
7.6	40	30	1448	3
7.8	40	30	1508	3
8	40	30	1568	3
8.2	60	20	1608	2

8.4	60	20	1648	2
8.6	60	20	1688	2
8.8	60	20	1728	2
9	60	15	1758	1.5
9.2	60	15	1788	1.5
9.4	70	20	1828	2
9.6	60	15	1858	1.5
9.8	60	15	1888	1.5
10	60	20	1928	2
10.2	60	20	1968	2
10.4	70	25	2018	2.5
10.6	70	25	2068	2.5
10.8	80	20	2108	2





DENAH LT 1

SKALA 1: 300

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

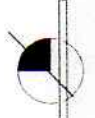
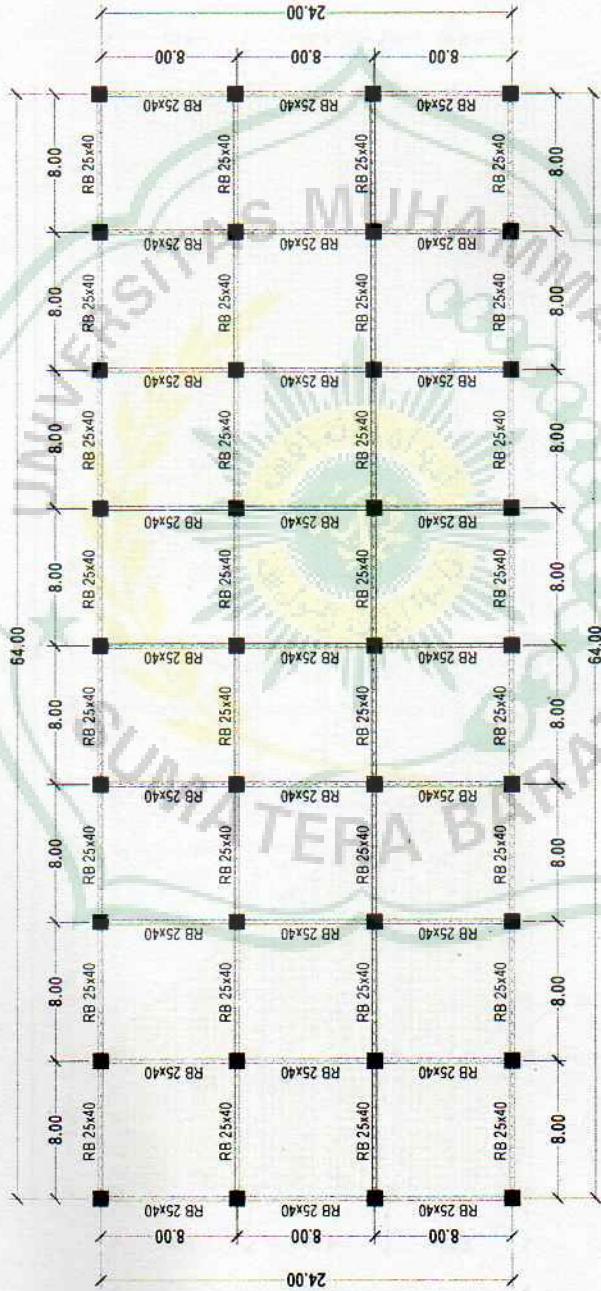
JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022



RENC. RING BALOK

SKALA 1: 300

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

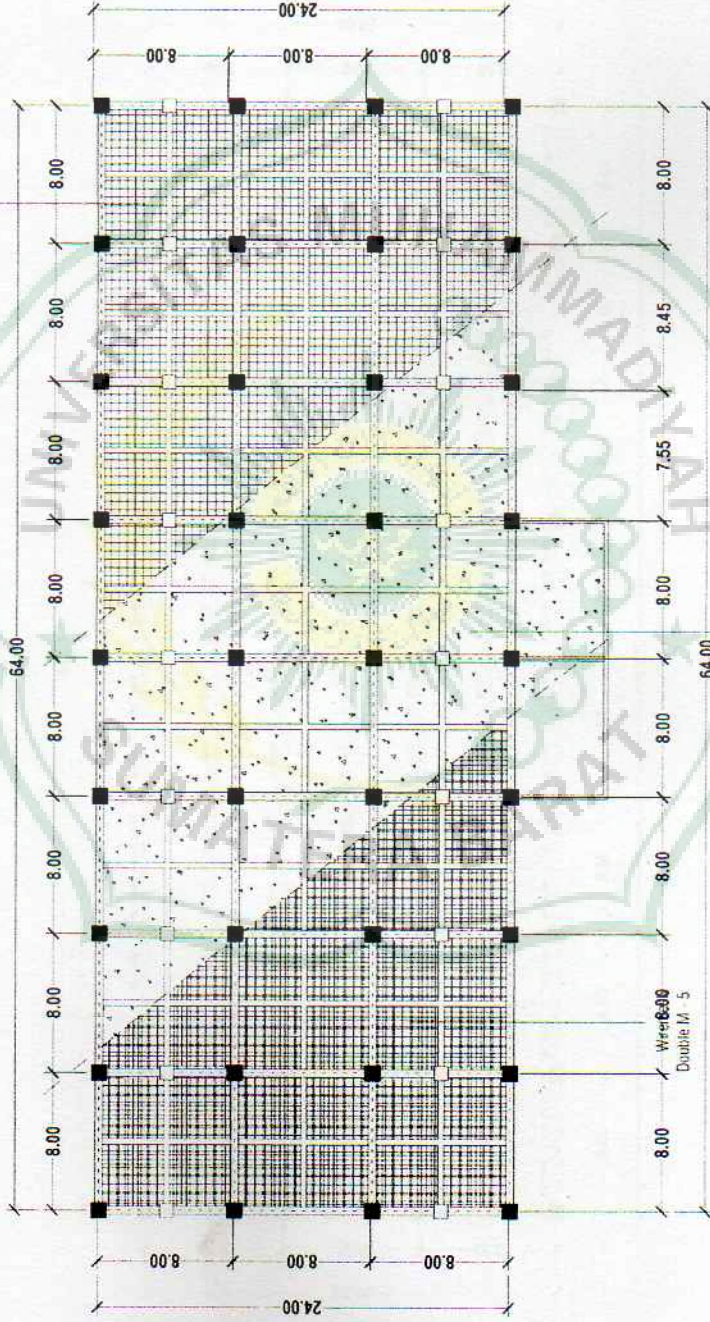
NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022

Wiremesh  
Double M - 5



Cor Lantai 1:2:3

RENC. PLAT LT 1  
SKALA 1: 300

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

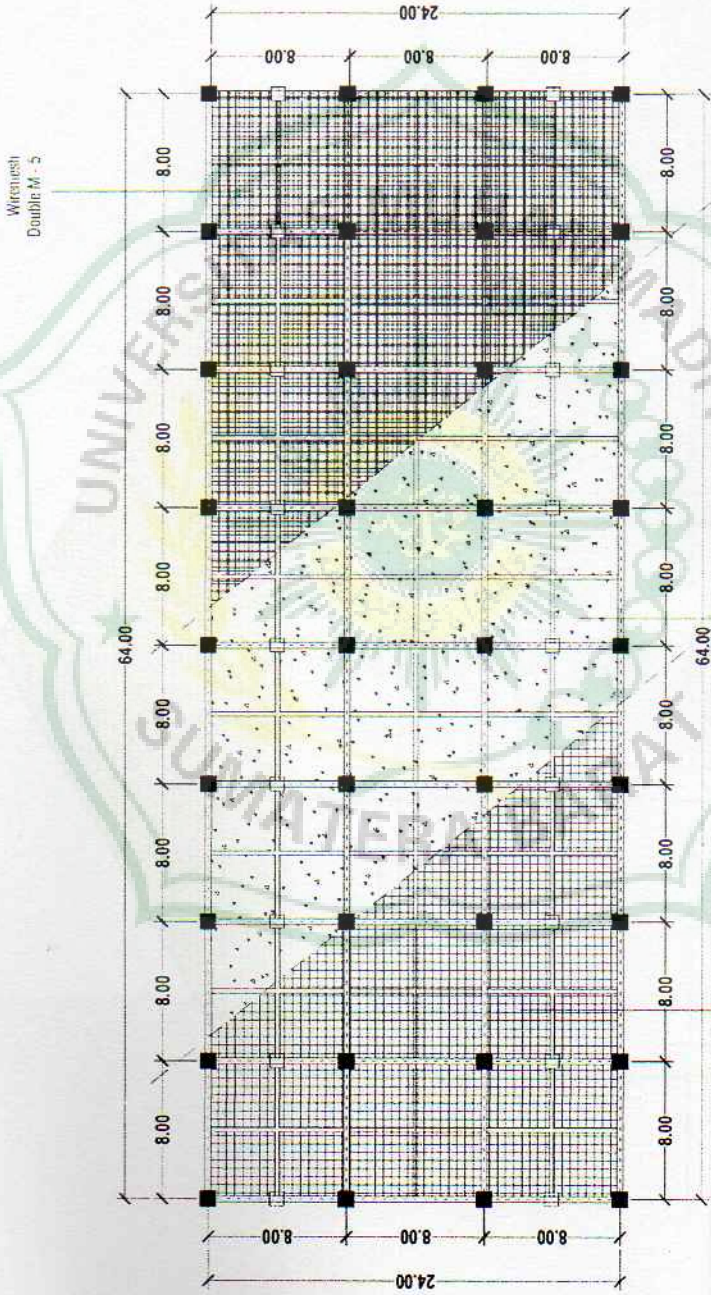
NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

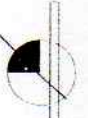
25  
Agustus  
2022





RENC. PLAT LT 3

SKALA 1: 300



DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

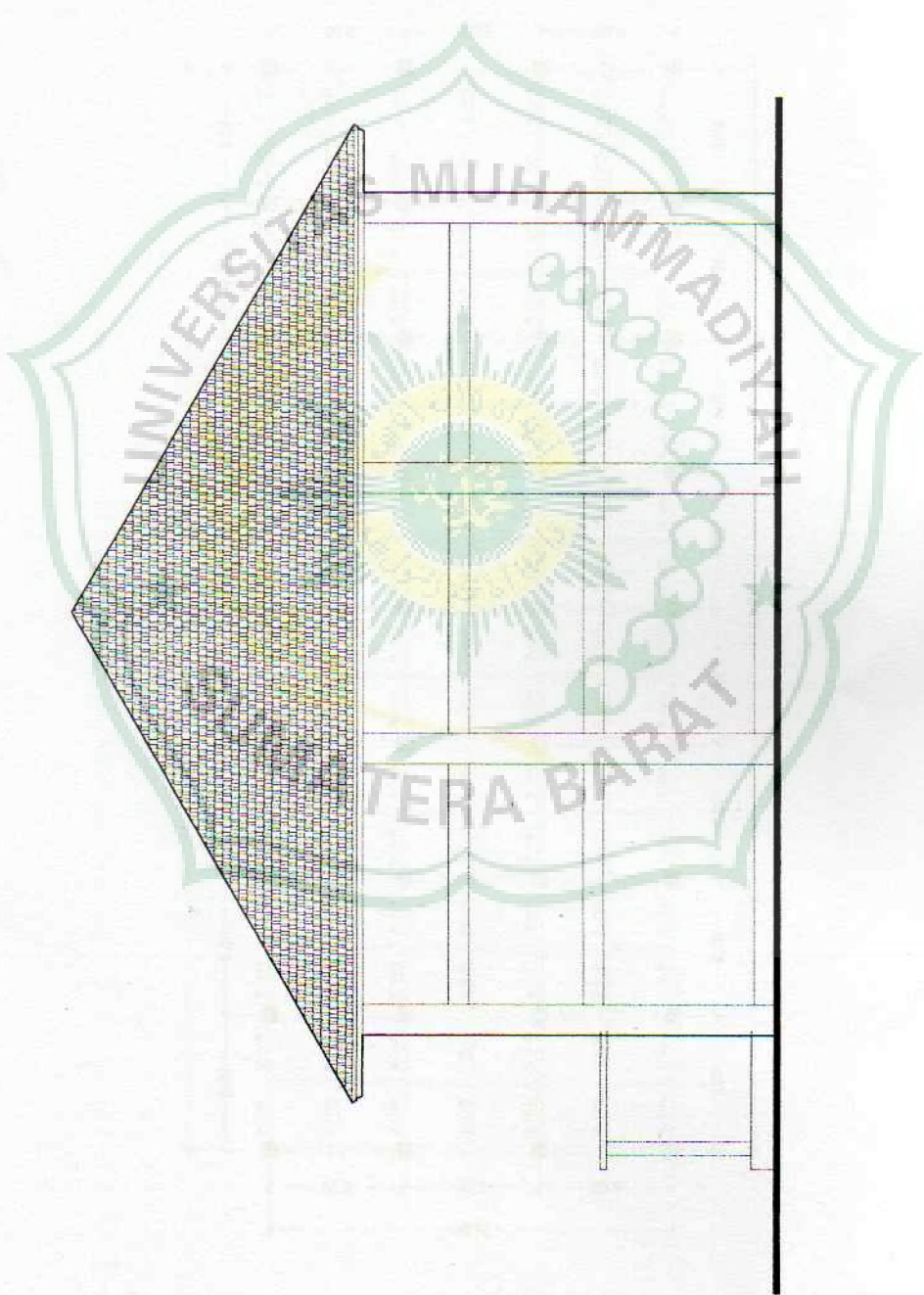
NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022





DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPIING KIRI

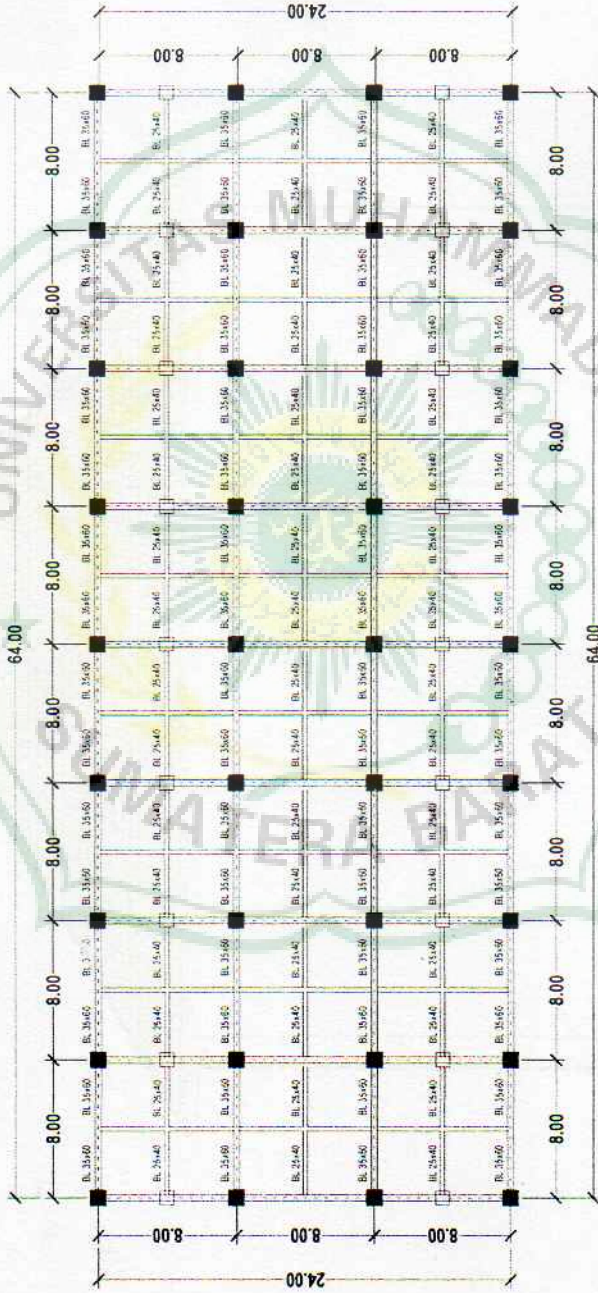
SKALA 1:200



TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25

Agustus  
2022



DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

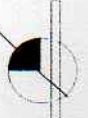
SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022

RENC. BALOK LT 3

SKALA 1:300





DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPIING KANAN

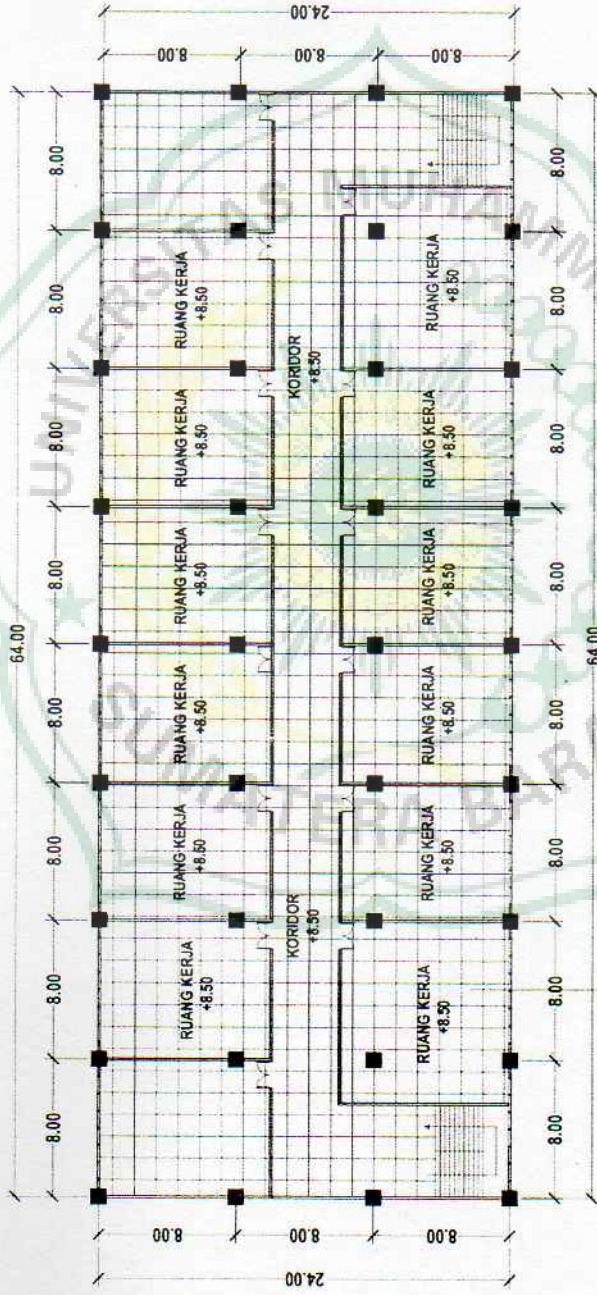
SKALA 1: 200



TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25

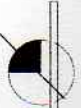
Agustus  
2022



GRANIT 1m x 1m

RENC. POLA LANTAI 3

SKALA 1:300



DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

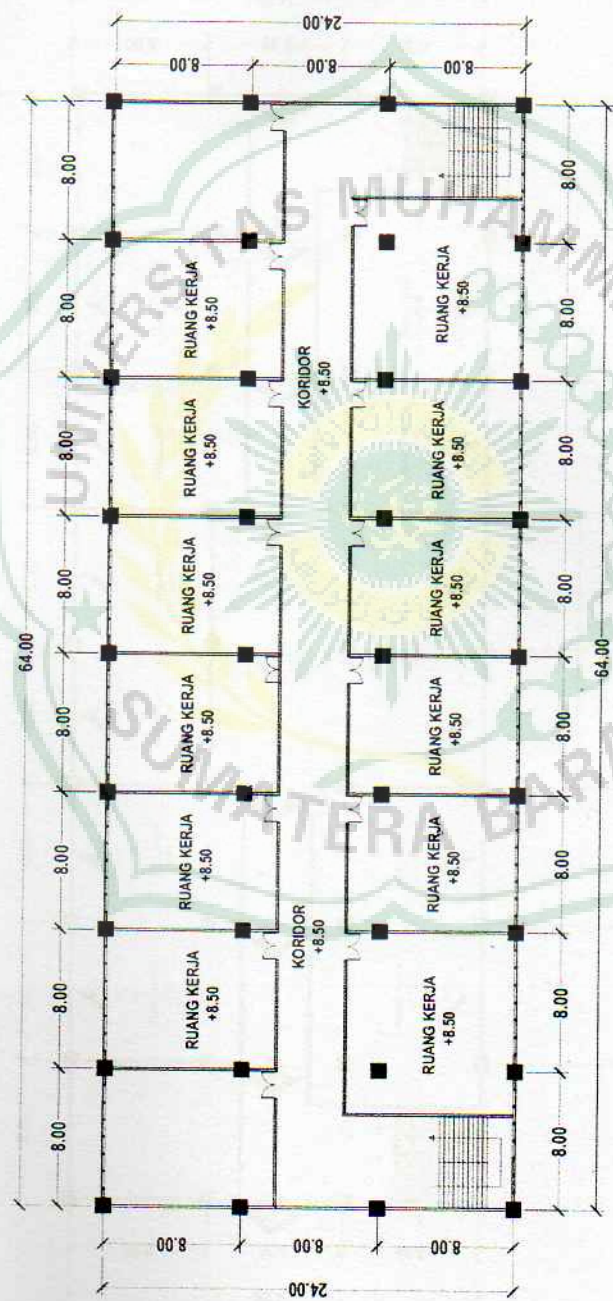
JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO GAMBAR JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022



DENAH LT 3  
 SKALA 1: 300

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

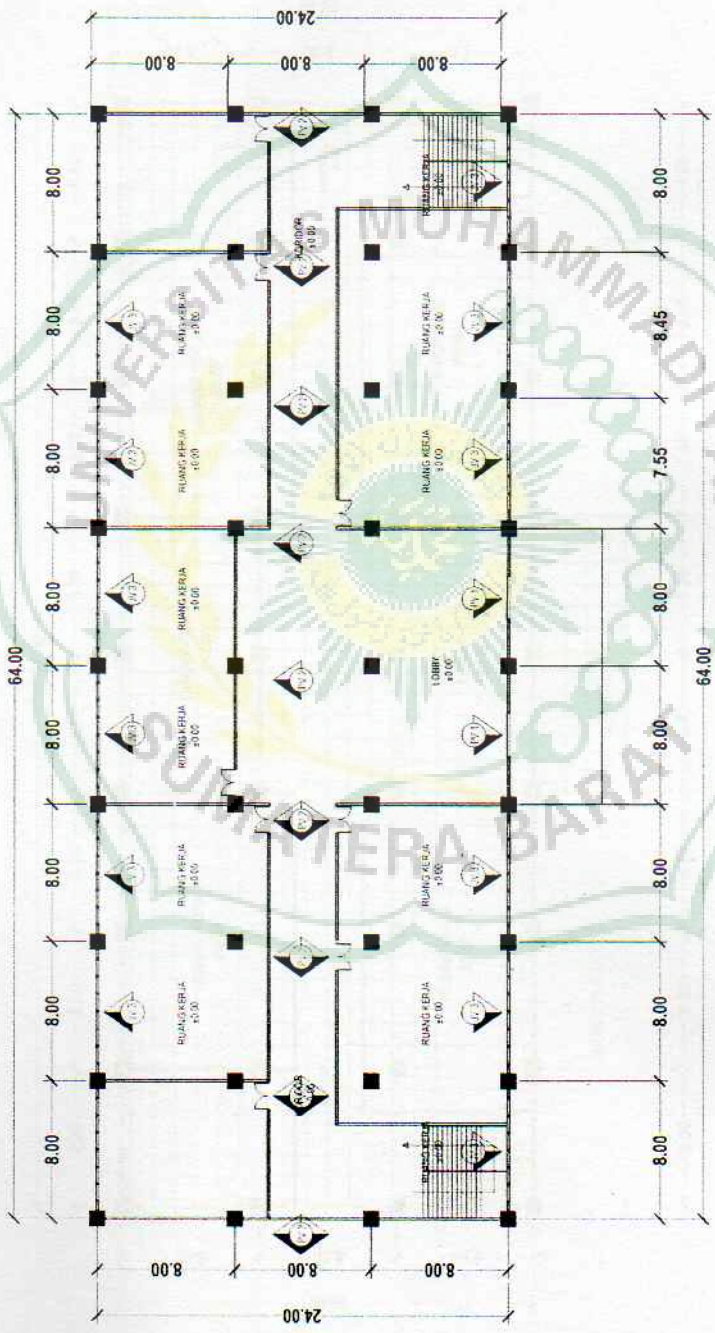
JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

SKALA

TANGGAL NO. GAMBAR JML. GAMBAR

25  
 Agustus  
 2022



DENAH PJV LANTAI 1  
 SKALA 1: 300

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

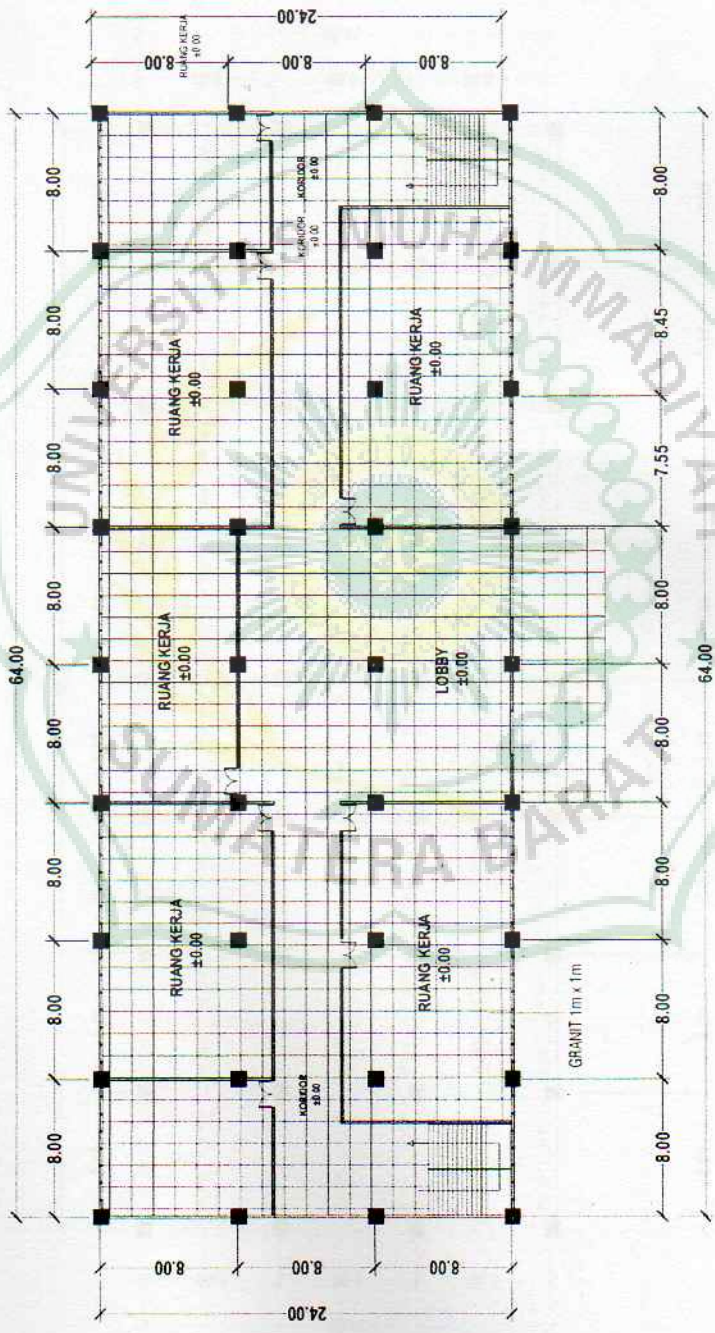
SKALA

TANGGAL

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

25  
 Agustus  
 2022



RENC. POLA LANTAI 1  
 SKALA 1: 300

DOSEN		MATA KULIAH		MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	
NAMA GAMBAR		SKALA		TANGGAL	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR	
				25			
				Agustus			
				2022			

DOSEN

MATA KULIAH

MAHASISWA

JUDUL GAMBAR

NAMA GAMBAR

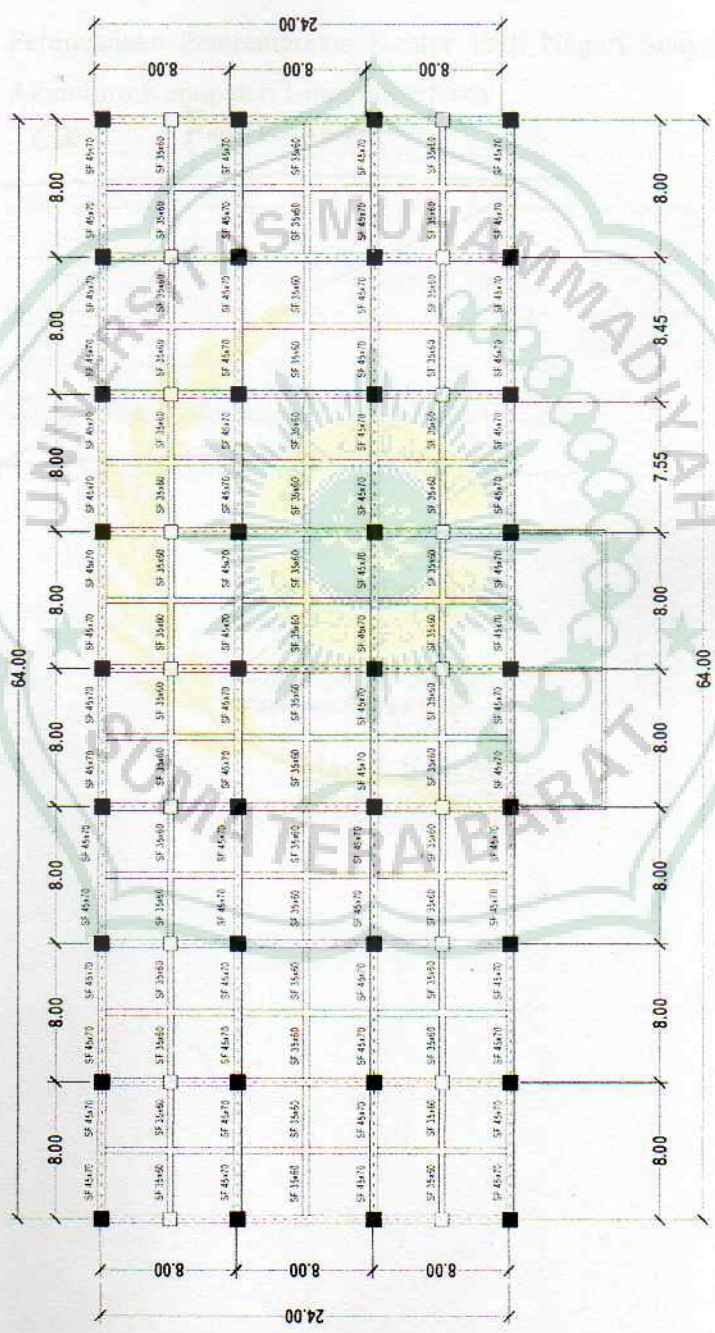
SKALA

TANGGAL

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

25  
Agustus  
2022



RENC. BALOK SLOOF

SKALA 1:300







# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

**REVISI SIDANG SKRIPSI**  
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Ulul Azmi**  
NIM : 181000222201141  
Judul Skripsi : **Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota**  
Catatan Perbaikan : *cek Permisasi*



Ketua Penguji,

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



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Ulul Azmi**  
NIM : 181000222201141  
Judul Skripsi : Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota  
Catatan Perbaikan : *Pelajari kembali ilmu dasar teknik sipil*  
*See ydym*  
*3/5/2022*

Sekretaris/Penguji,

**Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.**

NIDN. 1017016901

# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

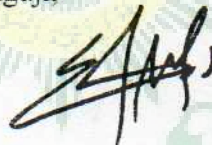
## FAKULTAS TEKNIK

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

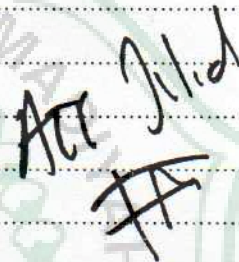
**REVISI SIDANG SKRIPSI**  
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Ulul Azmi**  
NIM : 181000222201141  
Judul Skripsi : Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan  
Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota  
Catatan Perbaikan : .....

Penguji,



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





# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

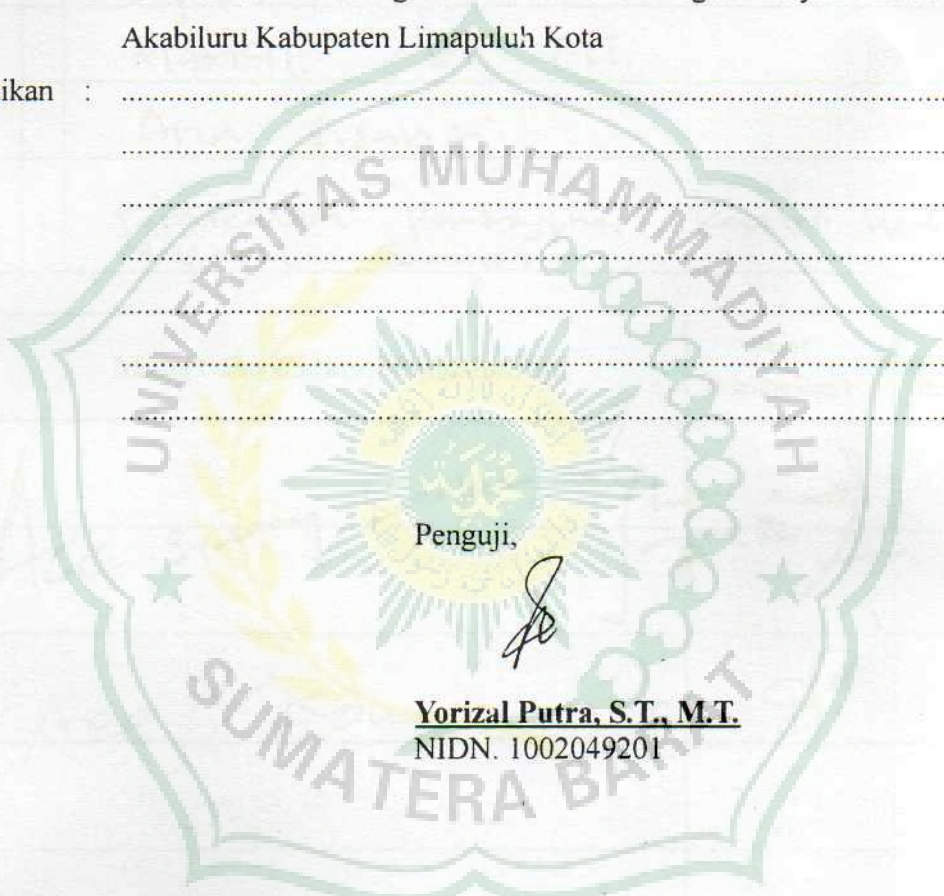
## FAKULTAS TEKNIK

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

### REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Ulul Azmi**  
NIM : 181000222201141  
Judul Skripsi : **Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota**  
Catatan Perbaikan : .....



Penguji,

**Yorizal Putra, S.T., M.T.**  
NIDN. 1002049201



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Ulul Azmi
	:	
Program Studi	:	
Pembimbing I	:	
Pembimbing II	:	
	:	

Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
8/6/22	- Perbaiki pembuatan - Infotika		
11/6-22	- Perbaikan Perhitungan - Rangkai Diagram - Rangkai Perhitungan - Rangkai Perhitungan - Rangkai Perhitungan - Rangkai Perhitungan		
15/6-22	- Rangkai Data Source		
16/6-22	- gambar pemrosesan plat		
16/6-22	- Rangkai gambar pemrosesan - Rangkai gambar detail pemrosesan - Rangkai Alotasi, Daftar Watch - Rangkai gambar, Rangkai tabel, Rangkai		

Catatan :

26/6/22  
 27/6/22  
 28/6/22  
 29/6/22  
 30/6/22  
 1/7/22  
 2/7/22  
 3/7/22  
 4/7/22  
 5/7/22  
 6/7/22  
 7/7/22  
 8/7/22  
 9/7/22  
 10/7/22  
 11/7/22  
 12/7/22  
 13/7/22  
 14/7/22  
 15/7/22  
 16/7/22  
 17/7/22  
 18/7/22  
 19/7/22  
 20/7/22  
 21/7/22  
 22/7/22  
 23/7/22  
 24/7/22  
 25/7/22  
 26/7/22  
 27/7/22  
 28/7/22  
 29/7/22  
 30/7/22  
 31/7/22  
 1/8/22  
 2/8/22  
 3/8/22  
 4/8/22  
 5/8/22  
 6/8/22  
 7/8/22  
 8/8/22  
 9/8/22  
 10/8/22  
 11/8/22  
 12/8/22  
 13/8/22  
 14/8/22  
 15/8/22  
 16/8/22  
 17/8/22  
 18/8/22  
 19/8/22  
 20/8/22  
 21/8/22  
 22/8/22  
 23/8/22  
 24/8/22  
 25/8/22  
 26/8/22  
 27/8/22  
 28/8/22  
 29/8/22  
 30/8/22  
 31/8/22  
 1/9/22  
 2/9/22  
 3/9/22  
 4/9/22  
 5/9/22  
 6/9/22  
 7/9/22  
 8/9/22  
 9/9/22  
 10/9/22  
 11/9/22  
 12/9/22  
 13/9/22  
 14/9/22  
 15/9/22  
 16/9/22  
 17/9/22  
 18/9/22  
 19/9/22  
 20/9/22  
 21/9/22  
 22/9/22  
 23/9/22  
 24/9/22  
 25/9/22  
 26/9/22  
 27/9/22  
 28/9/22  
 29/9/22  
 30/9/22  
 1/10/22  
 2/10/22  
 3/10/22  
 4/10/22  
 5/10/22  
 6/10/22  
 7/10/22  
 8/10/22  
 9/10/22  
 10/10/22  
 11/10/22  
 12/10/22  
 13/10/22  
 14/10/22  
 15/10/22  
 16/10/22  
 17/10/22  
 18/10/22  
 19/10/22  
 20/10/22  
 21/10/22  
 22/10/22  
 23/10/22  
 24/10/22  
 25/10/22  
 26/10/22  
 27/10/22  
 28/10/22  
 29/10/22  
 30/10/22  
 31/10/22  
 1/11/22  
 2/11/22  
 3/11/22  
 4/11/22  
 5/11/22  
 6/11/22  
 7/11/22  
 8/11/22  
 9/11/22  
 10/11/22  
 11/11/22  
 12/11/22  
 13/11/22  
 14/11/22  
 15/11/22  
 16/11/22  
 17/11/22  
 18/11/22  
 19/11/22  
 20/11/22  
 21/11/22  
 22/11/22  
 23/11/22  
 24/11/22  
 25/11/22  
 26/11/22  
 27/11/22  
 28/11/22  
 29/11/22  
 30/11/22  
 1/12/22  
 2/12/22  
 3/12/22  
 4/12/22  
 5/12/22  
 6/12/22  
 7/12/22  
 8/12/22  
 9/12/22  
 10/12/22  
 11/12/22  
 12/12/22  
 13/12/22  
 14/12/22  
 15/12/22  
 16/12/22  
 17/12/22  
 18/12/22  
 19/12/22  
 20/12/22  
 21/12/22  
 22/12/22  
 23/12/22  
 24/12/22  
 25/12/22  
 26/12/22  
 27/12/22  
 28/12/22  
 29/12/22  
 30/12/22  
 31/12/22



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

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

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Ulul Azmi**  
 NIM : 181000222201141  
 Judul Skripsi : Perencanaan Pembngunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota

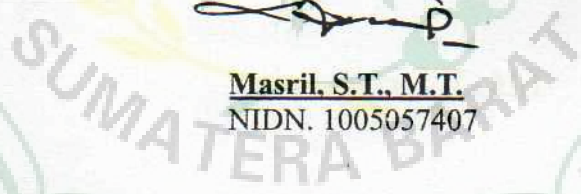
- Catatan Perbaikan :
- *Data dan IV ditambah Data* -
  - *Bangunan yang di tanyai* ✓
  - *Gambar rencana R. C* ✓
  - *Kontrol Pondasi menggunakan gambar* ✓
  - *cek terhadap quening, geser* ✓

*Bangunan Ace Sudang Sarjan*  
 Ketua Penguji,

*[Signature]*

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

*Data dan kembang  
 22  
 22*





# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

- Nama : **Ulul Azmi**
- NIM : 181000222201141
- Judul Skripsi : Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota
- Catatan Perbaikan : *- Bagaimana cara mengeluarkan beban dari SAP ke pondasi.*  
*- Perbaiki hubungan pondasi*  
*- Tumpuan dipemodelkan SAP pakai Apa?*  
*- Tambahkan gambar denahnya dan buatkan notasinya*  
*- Apa fungsi dari hasil rctemp SAP?*

Penguji.

**Yorizal Putra, S.T., M.T.**  
NIDN. 1002049201

*Jhr*  
Doc kompre

SUMATERA BARAT



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukit Tinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
 Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [ft.kultasteknik@umsb.ac.id](mailto:ft.kultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

**Tanggal Ujian: 31 Juli 2022**

Nama : **Ulul Azmi**  
 NIM : 181000222201141  
 Judul Skripsi : Perencanaan Pembngunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota

Catatan Perbaikan : .....

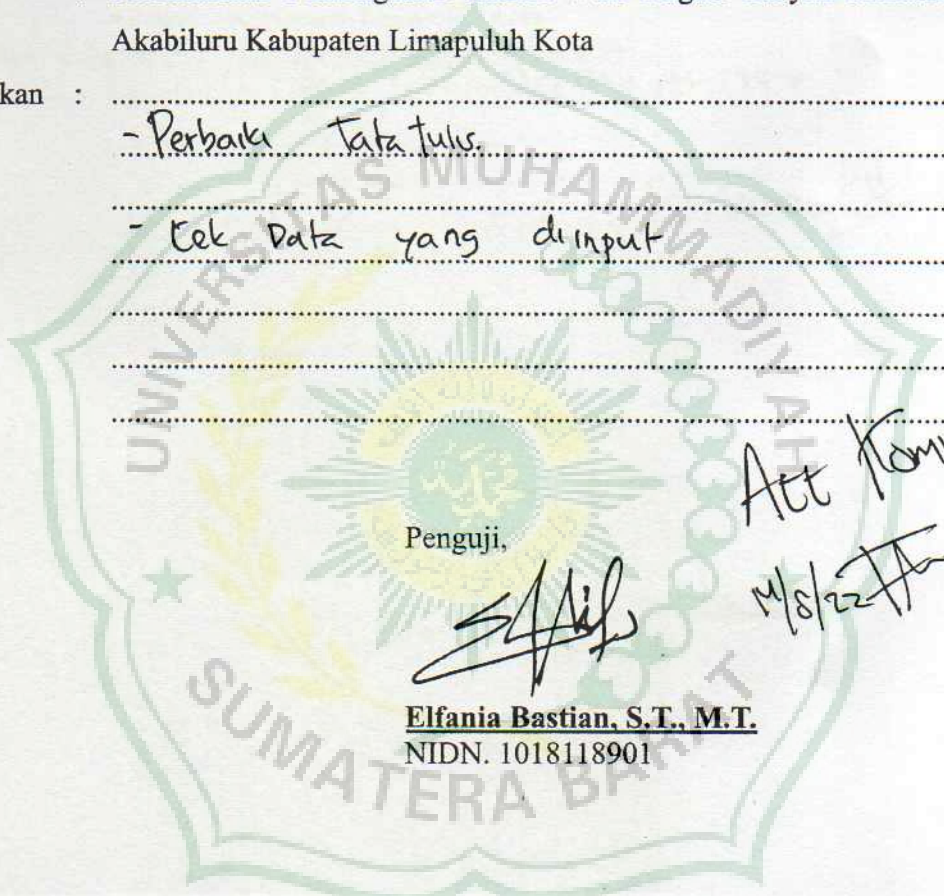
- Perbaiki Tata tulis.
- Cek Data yang diinput

.....  
 .....

Penguji,

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

*Att Kompre.*  
 11/8/22





FAKULTAS TEKNIK

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI  
Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Ujui Kami

18100322201141

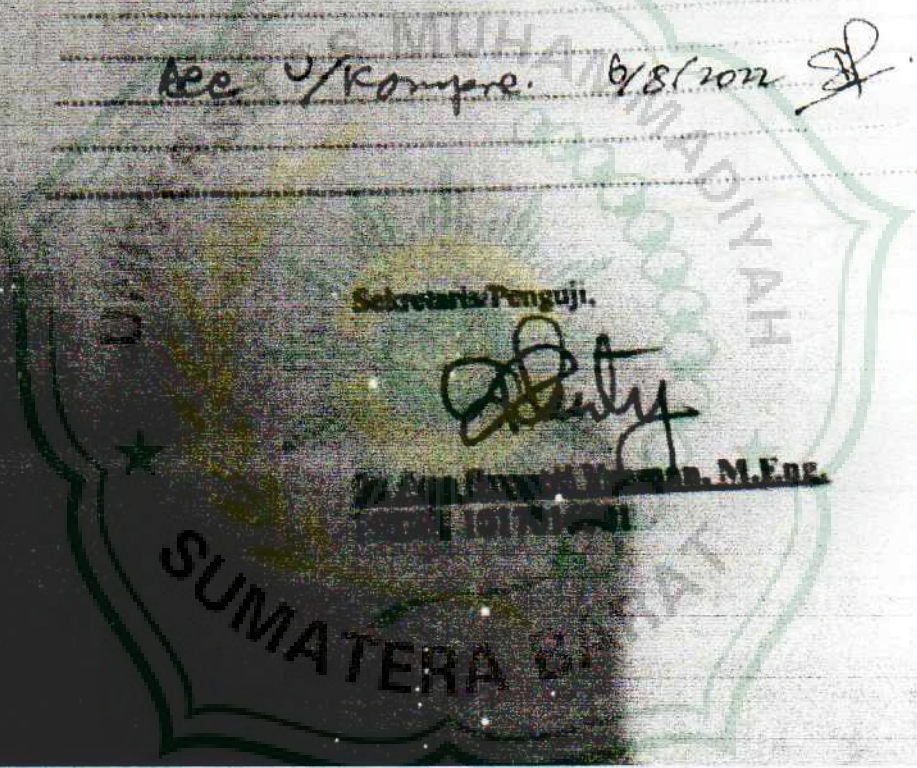
Prodi : Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagati Sutyari Kecamatan  
Akaburu Kabupaten Limapuluh Kota  
Materi : *lihat perbaikan di S. 45 K. 2*  
*Konsep kembali Skripsi ke file asistesi*

*Acc / Kompre. 6/8/2022*

Sekretaris Penguji.

*Dr. Anwar H. M. M. Eng.*

SUMATERA BARAT





# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Ulul Azmi
NIM	:	181000222201141
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I/II	:	Bpk MASRIL, S.T., M.T
NIDN	:	1005057407
Judul	:	Pembangunan Kantor walikota Sragen

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	29/3-2022	Acc Seminar proposal proposisi Peta Kota Kerasi	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

**Catatan :**

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

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik .....

Helga Yernadoma S.T., MT  
NIDN. ....



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Ulul Azmi
IM	:	
Program Studi	:	
Pembimbing I	:	
Pembimbing II	:	
Judul	:	

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	8/6/22	- Perbaiki pendahuluan - Infotika		
2.		- Perbaiki perhitungannya - Revisi Dimensi		
3.	11/6-22	- Rekapitulasi		
4.		- Riferensi - Revisi perhitungannya		
5.		- SAP - Lanjut		
6.	25/6-22	- Revisi Data sumber		
7.	8/6	- gambar pemrosesan plat		
8.	26/6-22	- Revisi gambar pemrosesan		
9.	6/6	- Plat, Revisi detail pemrosesan		
10.		- Revisi Abstrak, Daftar Notoh - Daftar gambar, Daftar tabel, keabsahan		

Catatan :

FAKULTAS TEKNIK

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI  
tanggal 11 Juli 2012

Ulat Asmi

181000222201141

Hari

Perencanaan Pembangunan Kantor Wali Nagari Suayan Kecamatan

Akabiluru Kabupaten Limapuluh Kota

terbaikan

lihat perbaikan pd Skripsi  
karena kembali Skripsi ke-2 acutan

acc / Kompro. 6/8/2012

Sekretaris/Penguji.



**Ir. Agus Kurniawan, M.Eng.**

181000222201141

SUMATERA BARAT



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

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

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Ulul Azmi
IM	:	181000222201141
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	MAFRIL ST, MT
Pembimbing II	:	Ir. Ana Susanti Wismar M. Com
Judul	:	Perencanaan pembangunan kantor wali Nagari Layan

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	10/6/2022	- Perbaiki penulisan - Pertanyaan masalah - Tambahkan teori Pendahuluan		
2.				
3.	13/6/2022	- Gantikan NAWGAWARU pane - Tambahkan data yg di butuhkan - Lanjutkan		
4.				
5.	15/6/2022	- Perbaiki penulisan - Lanjutkan		
6.				
7.	20/6/2022	- Perbaiki penulisan - Lanjutkan		
8.	26/6/2022	- Perbaiki penulisan - Lanjutkan		
9.				
10.	29/6/2022	- Ase 7 di senimurka		

