

SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG
HOTEL FORT DE KOCK BUKITTINGGI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil*



Oleh

**YULI NADIA
181000222201154**

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

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG
HOTEL FORT DE KOCK BUKITTINGGI

Oleh:

YULINADIA
18.10.002.22201.154

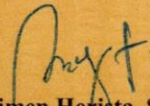
Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



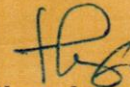
Febrimen Herista, S.T., M.T
NIDN. 1018118901

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI


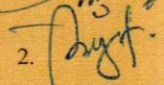
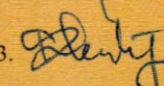
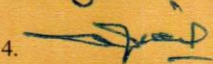
Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 24 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Bukittinggi, 05 Agustus 2022
Mahasiswa,

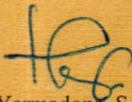


Yuli Nadia
181000222201154

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 27 Agustus 2022:

- | | | |
|------------------------------------|---------------------|--|
| 1. Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP | (Dosen penguji I) | 1.  |
| 2. Febrimen Heriska, S.T., M.T. | (Dosen penguji II) | 2.  |
| 3. Ir. Ana Susanti Yusman, M. Eng. | (Dosen penguji III) | 3.  |
| 4. Masril, S.T., M.T. | (Dosen penguji IV) | 4.  |

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil,



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

NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Yuli Nadia

Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi, 31 Juli 1999

NIM : 181000222201154

Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De
Kock Bukittinggi

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

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

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

Bukittinggi, 05 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Yuli Nadia

181000222201154

ABSTRAK

Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk di suatu kota, maka semakin besar pula kebutuhan akan tempat tinggal. Baik tempat tinggal permanen maupun sementara, dimana kebutuhan tempat tinggal akan berpengaruh terhadap aktivitas / kegiatan manusia pada suatu kota. Untuk itu dibutuhkan tempat tinggal sementara seperti hotel. Maka dari itu akan dibangun hotel secara vertikal dengan jumlah lantai yang terdiri dari lima lantai. Perencanaan struktur gedung beton bertulang di era modern ini adalah berbasis pada aplikasi program komputer rekayasa, salah satunya yang digunakan adalah program *SAP2000*. Dari hasil analisis struktur maka didapatkan penulangan struktur, berdasarkan analisis penulis hasil yang didapat adalah, material yang digunakan yaitu mutu baja $f_y = 420$ Mpa dengan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa. Perencanaan pada balok balok induk dengan ukuran 70cm x 45cm didapat tulangan atas 8 D 22 dan tulangan bawah 5 D 22, pada balok B2 dengan ukuran 50cm x 30cm didapat tulangan atas 4 D 13 dan tulangan bawah 3 D 13, dan pada balok anak dengan ukuran 45cm x 25cm didapat tulangan atas 3 D 13 dan tulangan bawah 2 D 13. Sedangkan perencanaan kolom didapat 4 ukuran kolom yaitu kolom 1 dengan ukuran 80cm x 60 cm didapat penulangan 17 D 22, kolom 2 dengan ukuran 60cm x 40 cm didapat penulangan 16 D 22, untuk kolom 3 dengan ukuran 50cm x 30cm didapat penulangan 16 D 19, dan kolom 4 dengan ukuran 40cm x 30cm didapat penulangan 10 D 19. Pada penulangan pelat lantai dipakai tulangan untuk arah $x = \emptyset 10 - 150$, sedangkan untuk arah $y = \emptyset 10 - 150$.

Kata Kunci : Beton Bertulang, *SAP2000*, Kolom, Balok, Pelat Lantai



ABSTRACT

The faster the population growth in a city, the greater the need for housing. Both permanent and temporary residence, where the need for housing will affect human activities / activities in a city. For that we need a temporary residence such as a hotel. Therefore, the hotel will be built vertically with a number of floors consisting of five floors. Planning of reinforced concrete buildings in this modern era is based on the application of engineering computer programs, one of which is the SAP2000 program. From the results of the structural analysis, structural reinforcement is obtained, based on the author's analysis the results obtained are, the material used is steel quality $f_y = 420$ Mpa with concrete quality $f_c' = 24.9$ Mpa. Planning on the main beam with a size of 70cm x 45cm, the top reinforcement is 8 D 22 and the bottom reinforcement is 5 D 22, on the B2 beam with a size of 50cm x 30cm, the top reinforcement is 4 D 13 and the bottom reinforcement is 3 D 13, and on the child beam with a size of 45cm x 25cm, the top reinforcement is 3 D 13 and the bottom reinforcement is 2 D 13. While planning the column, there are 4 column sizes, namely column 1 with a size of 80cm x 60 cm getting reinforcement 17 D 22, column 2 with a size of 60cm x 40 cm getting reinforcement 16 D 22, for column 3 with a size of 50cm x 30cm, reinforcement for 16 D19 is obtained, and for column 4 with a size of 40cm x 30cm, reinforcement for 10 D19 is obtained. In the reinforcement of the floorslab, reinforcement is used for the direction of $x = 10 - 150$, while for the direction of $y = 10 - 150$.

Keywords: Reinforced Concrete, SAP2000, Columns, Beams, Floor Plates



KATA PENGANTAR

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

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

1. Orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
2. Bapak Masril, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
3. Ibu Helga Yermadona, S.Pd, MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak Ir. Surya Eka Priana, IPP.MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak Febrimen Herista ST.MT, selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
7. Fauzi seseorang yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini dan beserta keluarga.
8. Sahabat, senior serta rekan-rekan Mahasiswa Prodi Teknik Sipil UM Sumatera Barat yang memberikan semangat, masukan-masukan serta kritik yang membangun.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Bukittinggi, 04 Juli 2022

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR TABEL..... v

DAFTAR GAMBAR..... vi

DAFTAR NOTASI..... viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah..... 2

1.3 Batasan Masalah..... 2

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian..... 2

1.5 Sistematika Penulisan..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum..... 4

2.2 Struktur Atas..... 4

2.2.1. Kolom..... 4

2.2.2. Balok..... 9

2.2.3. Pelat Lantai..... 13

2.3 Material..... 17

2.3.1. Beton..... 17

2.3.2. Baja Tulangan..... 19

2.4 Pembebanan..... 22

2.4.1. Beban Mati..... 22

2.4.2. Beban Hidup..... 23

2.4.3. Beban Fempa..... 25

2.4.4. Faktor Respon Gempa..... 26

2.4.5. Faktor Reduksi	28
2.4.6. Kombinasi Pembebanan.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tinjauan Umum	31
3.2 Lokasi Penelitian.....	31
3.3 Data Penelitian	31
3.4 Metode Penelitian	32
3.5 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>)	33
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Preliminary Desain Penampang.....	34
4.2 Pembebanan	54
4.3 Perhitungan Momen.....	59
4.4 Perhitungan Penulangan	64
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	111
5.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Mutu Beton 19
Tabel 2.2	Mutu Baja..... 19
Tabel 2.3	Baja Tulangan Polos 21
Tabel 2.4	Baja Tulangan Ulir..... 21
Tabel 2.5	Bahan Bangunan 22
Tabel 2.6	Berat Komponen Bangunan 23
Tabel 2.7	Beban Hidup pada Lantai Gedung 24
Tabel 2.8	Koefesien ψ 27
Tabel 2.9	Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0) 27
Tabel 2.10	Faktor Reduksi Beban Hidup untuk Peninjauan Gempa..... 28
Tabel 4.1	Data Prelim Balok 34
Tabel 4.2	Minimum Balok 34
Tabel 4.3	Data Prelim Balok BA 36
Tabel 4.4	Data Prelim Balok B2 38
Tabel 4.5	Prelim Kolom L 5 41
Tabel 4.6	Prelim Kolom L 4 42
Tabel 4.7	Prelim Kolom L 3 43
Tabel 4.8	Prelim Kolom L 2 44
Tabel 4.9	Prelim Kolom L 1 45
Tabel 4.10	Prelim Kolom L Basement 47
Tabel 5.1	Dimensi dan Penulangan Balok 111
Tabel 5.2	Dimensi dan Penulangan Kolom..... 111
Tabel 5.3	Penulangan Pelat Lantai 112

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Macam kolom dan penulangannya 6
Gambar 2.2	Jenis Pelat Berdasarkan Tumpuan 13
Gambar 2.3	Jenis Plat Berdasarkan Perletakannya 14
Gambar 2.4	Bentang Teoritis Monolit 16
Gambar 2.5	Bentang Teoritis Tidak Monolit 16
Gambar 2.6	Zona Gempa Indonesia Terbaru 25
Gambar 2.7	Peta Zona Gempa Sumatra Barat Terbaru 26
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian 31
Gambar 4.1	Dimensi Balok 34
Gambar 4.2	Dimensi Pelat 49
Gambar 4.3	Konstruksi Pelat 50
Gambar 4.4	Grafik Spektrum Kota Bukittinggi 57
Gambar 4.5	Grid Gedung Hotel Sap2000 59
Gambar 4.6	Input Penampang 60
Gambar 4.7	Beban Pada Pelat Lantai 61
Gambar 4.8	Beban Mati 61
Gambar 4.9	Beban Gempa 61
Gambar 4.10	Hasil Running Sap200 62
Gambar 4.11	Penulangan Pelat Lantai 100
Gambar 4.12	Momen Pada Pelat 102
Gambar 4.13	Hasil Penulangan Pelat 105
Gambar 4.14	Penulangan Balok Induk 105
Gambar 4.15	Penulangan Balok B2 106
Gambar 4.16	Penulangan Balok Anak 106
Gambar 4.17	Penulangan Kolom Lantai Basement 107
Gambar 4.18	Penulangan Kolom Lantai 1 107
Gambar 4.19	Penulangan Kolom Lantai 2 108
Gambar 4.20	Penulangan Kolom Lantai 3 108

Gambar 4.21 Penulangan Kolom 4	109
Gambar 4.22 Penulangan Kolom 5	109
Gambar 4.23 Penulangan Pelat Lantai	110



DAFTAR NOTASI



f'_c	=	Kuat tekan beton (MPa)
A	=	Luas bidang desak benda uji (mm^2)
A_0	=	Nilai dari Percepatan Puncak Muka Tanah
ab	=	Keruntuhan imbang
A_g	=	Luas kolom
A_s	=	Luas tulangan tarik
A_s	=	Rasio tulangan
A_{st}	=	Luas tulangan total
B	=	Lebar daerah komponen
b	=	Lebar kolom
C	=	Faktor Respon Gempa
C_b	=	Jarak sengkang
C_c	=	Gaya tekan beton
C_s'	=	Gaya tekan baja
d	=	Tebal selimut beton
d	=	Gaya dalam balok
d'	=	Tebal selimut beton
E_b	=	Eksentrisitas balance
E_s	=	Modulus elastisitas
F_y	=	Tegangan leleh baja
h	=	Tinggi pelat
I	=	Faktor Keutamaan gedung
K	=	Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
L	=	Panjang bentang
L_r	=	Beban hidup yang telah direduksi
M_n	=	Kekuatan lentur nominal
M_u	=	Momen (kNmm)
ϕ	=	Faktor reduksi kekuatan
P	=	Beban tekan (N)
p	=	Beban terpusat

- P_{min} = Rasio tulangan minimum
 P_n = Kuat tekan aksial dari kolom
 P_{nb} = Kapasitas aksial desak
 S = Spasi tulangan geser
 T_s = Gaya tarik baja
 V_c = Gaya geser nominal
 V_s = Kuat geser nominal
 V_u = Gaya geser terfaktor
 P_g = Rasio tulangan memanjang
 Ψ = Koefisien ψ untuk menghitung faktor respons gempa vertikal C



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk di suatu kota, maka semakin besar pula kebutuhan akan tempat tinggal. Baik tempat tinggal permanen maupun sementara, dimana kebutuhan tempat tinggal akan berpengaruh terhadap aktivitas / kegiatan manusia pada suatu kota. Untuk itu dibutuhkan tempat tinggal sementara seperti hotel. Maka dari itu akan dibangun hotel secara vertikal dengan jumlah lantai yang terdiri dari lima lantai.

Bangunan gedung bertingkat merupakan bangunan vertikal yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan manusia baik sebagai pendidikan, pemerintahan, perniagaan, sarana olahraga dan lainnya. Pada dasarnya bangunan gedung merupakan hal yang unik dimana kita bebas merencanakannya sesuai dengan kebutuhan, ketersediaan dana, desain bangunan dan bahan material yang digunakan. Pada desain bangunan tinggi, sistem struktural harus mempertimbangkan persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Perencanaan struktur suatu konstruksi bangunan diperlukan untuk mendapatkan dimensi dan konfigurasi struktur yang paling efektif. Perencanaan struktur gedung yang berada di wilayah rawan gempa harus direncanakan sesuai standar, kuat, dan aman gempa.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang teknik sipil telah banyak dikembangkan program komputer untuk membantu dalam menganalisis dan mendesain suatu struktur bangunan. Ada beberapa program komputer yang dikembangkan untuk menganalisis dan mendesain struktur, diantaranya SAP2000 (*Structural Analysis Program*), dengan adanya program tersebut, akan memudahkan penulis dalam merencanakan suatu bangunan sehingga menghasilkan struktur yang aman, kuat dan ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain struktur beton berupa balok dan kolom bangunan gedung hotel. Penelitian ini diharapkan dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh dari bangku perkuliahan dalam penerapan ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang perencanaan gedung bertingkat. Maka penulis mengambil judul “Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi”.

1.2 Rumusan Masalah

Agar penelitian mempunyai suatu kejelasan dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang adalah :

1. Berapa ukuran kolom, balok, tebal plat yang mampu menahan beban dengan menggunakan struktur beton bertulang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan isi, maka penelitian ini membatasi masalah yang akan dibahas. Terutama lebih mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka diperlukan batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut :

1. Penulis hanya merencanakan struktur bangunan, tidak mencakup MEP dan Sanitasi
2. Aspek struktur yang direncanakan meliputi:
 - a. Balok, kolom dan penulangannya
 - b. Pelat lantai dan penulangannya
3. Penghitungan struktur dengan bantuan *Software* SAP2000

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin penulis capai pada skripsi adalah untuk merencanakan struktur konstruksi yang ideal, ekonomis sehingga bangunan ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan dibidang perencanaan struktur beton bertulang.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh dari bangku perkuliahan.
3. Dapat dipakai sebagai referensi perencanaan struktur gedung tahan gempa terutama di daerah Bukittinggi dan sekitarnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan, maka penelitian ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan antara lain: latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan penegertian umum perhitungan perencanaan struktur gedung, menampilkan gambaran secara umum dan dasar-dasar perhitungan perencanaan gedung

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data serta *flowchart* penyusunan skripsi

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

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

BAB V : PENUTUP

Bab ini memberikan gambaran akhir hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Penutup berisi kesimpulan dan saran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum

Struktur gedung direncanakan mempunyai tingkat daktilitas yang cukup, sehingga struktur tetap berdiri walaupun berada dikondisi diambang keruntuhan. Kekuatan struktur gedung sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan struktur dalam menahan beban yang bekerja pada struktur tersebut, sedangkan derajat kekekuan struktur sangat sangat tergantung pada jenis sistem struktur yang dipilih. Efisiensi suatu sistem struktur yang direncanakan bergantung pada jenis bahan yang digunakan. Sistem struktur yang dipilih harus menghasilkan kekakuan maksimum dengan massa bangunan yang seminimal mungkin, maka akan dihasilkan sistem struktur yang ringan namun kuat dalam menahan beban lateral yang bekerja pada struktur terutama bahan lateral akibat gempa.

2.2. Struktur Atas

2.2.1. Kolom

Kolom merupakan bagian vertikal dari suatu struktur rangka yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi (Nawy,1998). Keruntuhan pada kolom *Structural* merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan jiwa manusia. Karena itu, didalam merencanakan kolom perlu lebih hati-hati dengan cara memberikan *Factor* keamanan yang lebih besar daripada elemen struktur lainnya seperti balok dan pelat, terlebih lagi keruntuhan tekan yang terjadi pada kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

1. Fungsi Kolom

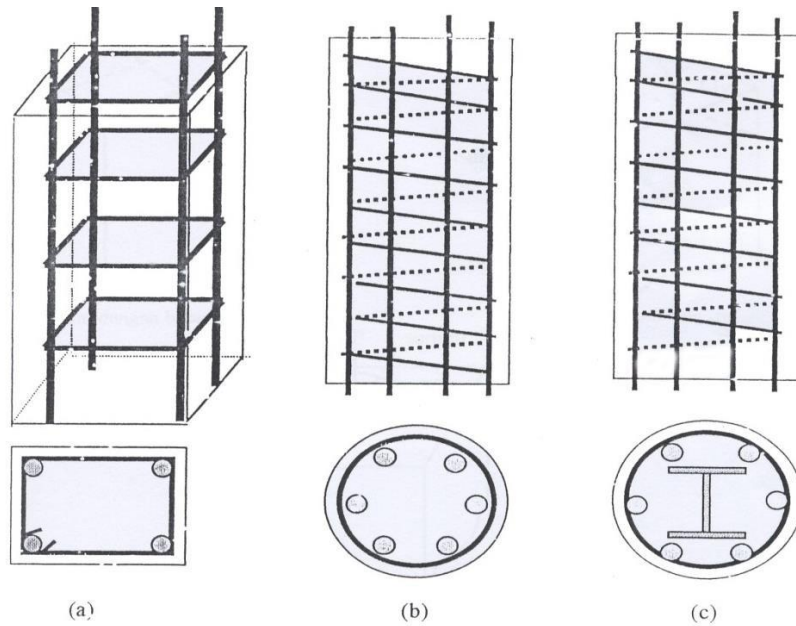
Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta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

Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton.

2. Jenis – Jenis Kolom

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

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



Gambar 2.1. Macam kolom dan penulangannya

(a) Kolom persegi bertulangan sengkang

(b) Kolom bundar bertulangan spiral

(c) Kolom komposit

(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

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

Penggunaan grafik terutama disarankan untuk penulangan pada seluruh sisi kolom dengan eksentrisitas yang pendek, berarti beban aksial relatif besar dan momen relatif kecil. Pada sumbu vertikal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

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

Keterangan:

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

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Keterangan:

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

Dalam e_i 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 β bergantung pada mutu beton. Untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan $\phi = 0,65$

sedangkan untuk harga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Pu < 0,10 Agr f c \quad (2.4)$$

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

ϕ = 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

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

1. Jenis-Jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain:

- a. Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
- b. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
- c. Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
- d. Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat) menahan translasi dan rotasi.
- e. Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teristisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
- f. 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. Fungsi Balok

Fungsi balok antara lain :

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

3. Perencanaan Tulangan Pada balok

a. Momen

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

b. Luas Tulangan (A_s)

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

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

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

b = Lebar (m)

d = Tinggi efektif (m)

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

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

Keterangan:

A_s = Luas tulangan persisi

p = Selimut beton

b = lebar balok

d = Tinggi efektif penampang balok

c. Merencanakan dimensi penampang dan As

- 1) 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

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

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

Keterangan:

d = Tinggi efektif penampang balok

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekutan

d. Perencanaan tulangan geser

- 1) 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

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

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

Keterangan:

V_u = Gaya geser terfaktor
 M_u = Momen terfaktor

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

Keterangan:

V_c = Gaya geser nominal
 $F'c$ = Kuat tekan beton

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

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

Keterangan:

A_s = Luas tulangan tarik
 F_y = Tegangan leleh baja
 S = Spasi tulangan geser

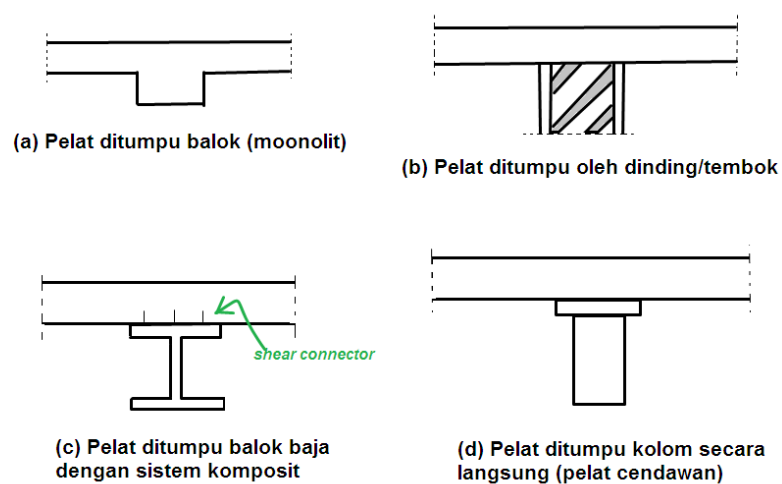
2.2.3. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak diatas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-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 diberikan sedikit kemiringan untuk kepentingan air. Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat serta tidak menempel pada pelat baik bagian bawah maupun bagian atas.

1. Jenis-Jenis Pelat Lantai

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



Gambar 2.2 jenis pelat berdasarkan tumpuan

Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang

- a. Monolit, yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- b. Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.

- c. Didukung oleh balok-balok baja dengan system komposit.
- d. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan plat cendawan.

Jenis – jenis plat lantai berdasarkan perletakannya adalah:

1. Terletak bebas

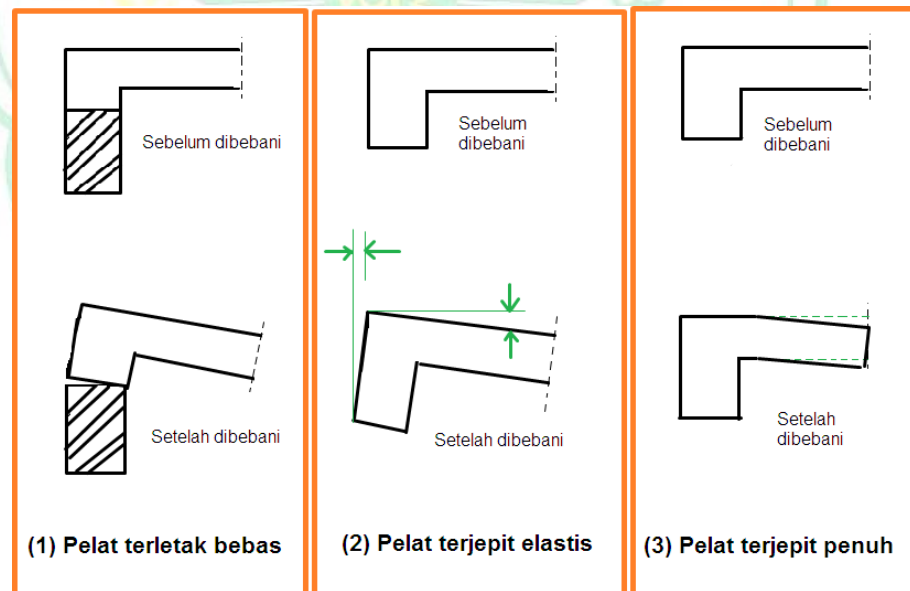
Jika pelat diletakan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

2. Terjepit elastis

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

3. Terjepit penuh

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



Gambar 2.3 jenis plat berdasarkan perletakannya

(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

2. Fungsi Plat Lantai

Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut :

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

3. Perencanaan Pelat Lantai

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

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

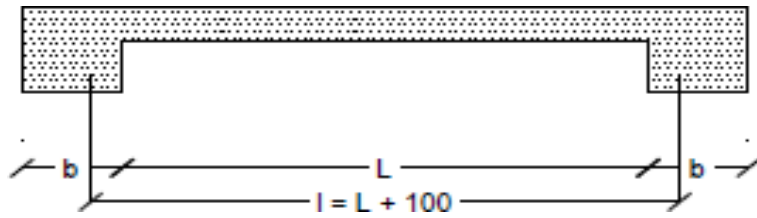
Dalam perhitungan perencanaan pelat beton bertulang digunakan pengertian bentang teoritis yang dinyatakan dengan l . Nilai ini dianggap sama dengan bentang bersih L antara kedua bidang permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang perletakan a pada setiap ujung. Bila lebar balok lebih dari dua kali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

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

Keterangan:

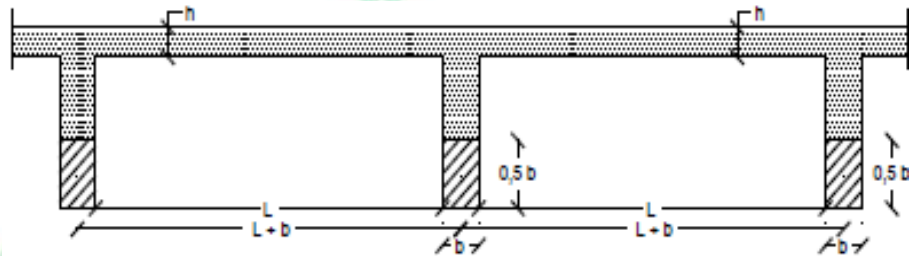
L = Panjang bentang

B = Lebar daerah komponen



Gambar 2.4 Bentang teoritis monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



Gambar 2.5 Bentang teoritis tidak monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)

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

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

Keterangan:

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

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

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

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen (kNmm)

\emptyset = 0,8

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

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

Keterangan:

A_s = Rasio tulangan

P_{min} = Rasio tulangan minimum

b = Lebar (mm)

2.3. Material

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 :

- a Air
- b Semen – *Portland*
- c Agregat (pasir dan kerikil)

1. Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton antara lain sebagai berikut:

- a. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi.
- b. Sayangnya, tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
- c. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.
- d. Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
- e. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.

- f. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
- g. Beton merupakan material murah yang bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan.
- h. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.
- i. Beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api.
- j. Beton tidak terlalu membutuhkan perawatan yang intensif.
- k. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai.
- l. Beton adalah bahan bangunan yang memiliki bobot termasuk sangat berat.
- m. Struktur yang terbuat dari beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun.
- n. Pada masa perkerasan, beton rentan sekali mengalami keretakan.
- o. Tulangan baja yang ditanamkan dalam beton akan meningkatkan kekuatan tariknya.

2. Mutu Beton

Kekuatan tekan adalah 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).

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

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

Keterangan:

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

A = luas bidang desak benda uji (mm^2)

P = beban tekan (N)

Tabel 2.1. Mutu Beton

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

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

2.3.2 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 tulangan untuk menahan gaya tarik.

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

Tabel 2.2. Mutu baja

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

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

SNI menggunakan simbol BJTP (Baja Tulangan Polos) dan BJTD (Baja Tulangan Ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP -24 hingga BJTP – 30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD – 30 hingga BJTD 40. Angka yang mengikuti simbol ini menyatakan tegangan leleh karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP – 24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material 2400kg/cm² (240 MP).

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

1. Tulangan Polos

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

Tabel 2.3. Baja Tulangan Polos

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

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

2. Tulangan Ulir

Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir

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

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

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

2.4. Pembebanan

2.4.1. Beban Mati (*Dead Load*)

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

Tabel 2.5. Berat bahan bangunan

Bahan Bangunan	Kg/m ³
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
Batu karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Kayu	1000
Kerikil, Koral	1650
Pasangan bata merah	1700
Pasangan batu belah	2200
Pasangan batu cetak	2200
Pasangan batu karang	1450
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir (jenuh air)	1800
Pasir kerikil, koral	1850
Tanah, lempung, lanau (kering udara sampai lembab)	1700
Tanah, lempung, lanau (basah)	2000
Timah hitam	11400

Sumber : PPPURG 1987

Tabel 2.6 berat komponen bangunan

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

Sumber : PPPURG 1987

2.4.2. Beban Hidup (Live Load)

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

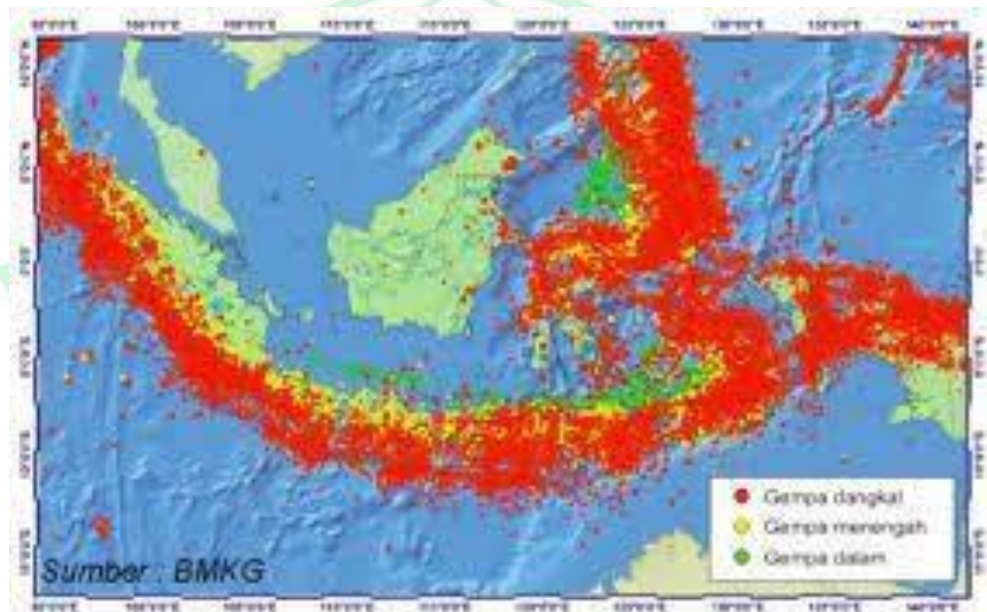
Tabel 2.7. Beban hidup pada lantai gedung

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

Sumber : PPPURG 1987

2.4.3. Beban Gempa (Earthquake)

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



Gambar 2.6 Zona Gempa Indonesia Terbaru
(Sumber : google, 23 Juni 2022)



Gambar 2.7 Peta zona gempa Sumatra barat terbaru
(Sumber : google, 23 Juni 2022)

2.4.4. Faktor Respon Gempa

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

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

Dimana :

C = Faktor Respon Gempa

Ψ = Koefisien ψ untuk menghitung faktor respons gempa vertikal C

A_0 = nilai dari Percepatan Puncak Muka Tanah

I = Faktor Keutamaan gedung

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

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

Tabel 2.8. Koefesien ψ

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

Sumber : SNI 1726-2012

Tabel 2.9. Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0)

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

Sumber : SNI 1726-2012

2.4.5. 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 :

Tabel 2.10. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

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

Gang dan Tangga:		
- Perumahan / Penghunian	0,75	0,30
- Pendidikan, Kantor	0,75	0,30
- Pertemuan umum	0,90	0,50
Perdagangan		
Penyimpanan		
Industri		
Tempat kendaraan		

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983

2.4.6. Kombinasi Pembebanan

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dimana :

Lr = beban hidup yang telah direduksi

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

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

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

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

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

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

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

Dengan nilai U harus lebih besar dari,

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

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

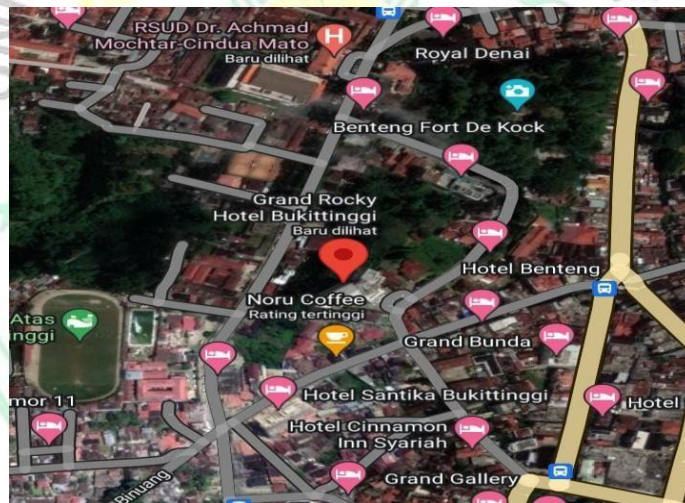
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metodologi diartikan sebagai studi sistematis kualitatif atau kuantitatif dengan berbagai metode dengan teknik analisis. Beberapa analisis ilmiah diterapkan melalui analisis kualitatif dan juga menggunakan analisis kuantitatif. Pada penelitian ini digunakan adalah metode penelitian kualitatif.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jl. Yos Sudarso No.29, Kayu Kubu, Kec. Guguk Panjang, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat. Penulis memilih lokasi ini dengan pertimbangan kemudahan dalam menjangkau informasi, pengumpulan data.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Map, 24 Juni 2022

3.3 Data Penelitian

3.3.1. Jenis dan Sumber Data

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

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

1. Data Umum Bangunan

- a. Nama Gedung :Fort De Kock Hotel
- b. Lokasi :Jl.Yos Sudarso No.29, Kayu Kubu,
Kec. Guguk Panjang, Kota Bukittinggi
- c. Fungsi Bangunan : Perhotelan
- d. Jumlah Lantai :5 Lantai
- e. Struktur Bangunan :Beton Bertulang

2. Data Perencanaan Gedung

- a. Gambar Rencana

3.4 Metode Penelitian

3.4.1. *Preliminary design*

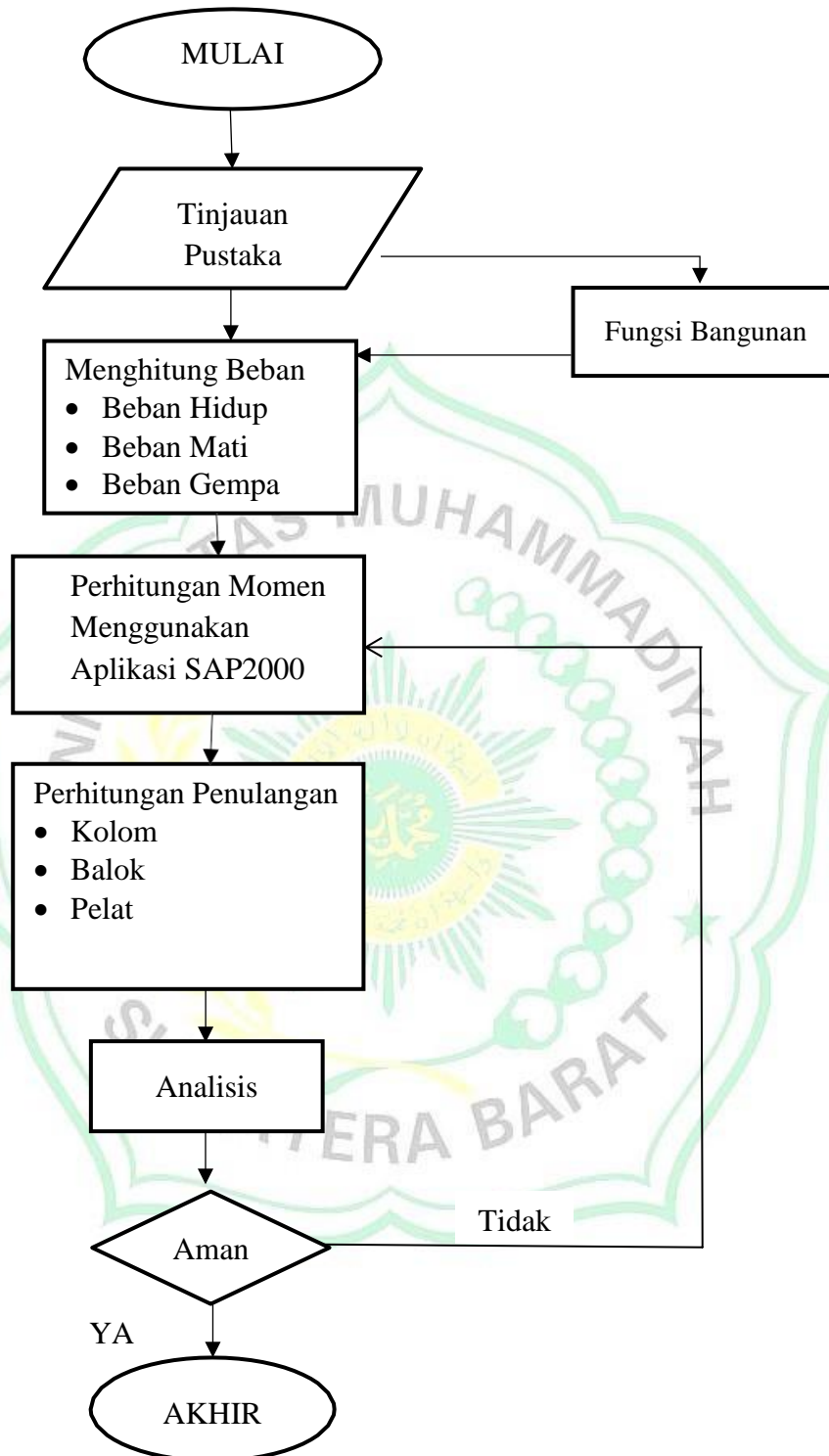
Preliminary design struktur merupakan memodelisasikan suatu struktur bangunan,menganalisanya sehingga didapatkan suatu bentuk struktur dengan dimensi dan mutu tertentu

3.4.2. **Pembebanan**

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

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

3.5 Flowchart



BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Preliminary Desain Penampang

4.1.1. Balok

1. Balok Induk 70/45

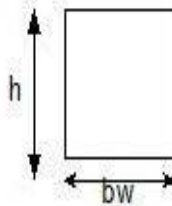
Data-data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	7500	mm
		L2	4000	mm
		L3	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	7500	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	5000	mm
3	Mutu Beton	K	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	420	Mpa

Sumber: Data prelim Balok

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



Gambar 4.1 Dimensi Balok

(sumber : google image Balok, 23 Juni 2022)

a. Tinggi balok

Berdasarkan SNI (2847: 2019) tabel 9.3.1.1 tentang tabel minimum balok non-prategang, halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

Tabel 4.2 Minimum Balok

Kondisi perlekatan	Minimum h ⁽¹⁾
Perlekatan sederhana	l / 16
Menurus satu sisi	l / 18,5
Menerus dua sisi	l / 21
Kantilever	l / 8

Sumber : SNI 2847:2019

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

$$h > 468,75 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk f_y selain 420 Mpa, maka :

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

$$h > 468,75 \text{ mm}$$

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

b. Lebar Badan Balok (bw)

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

dimana, $1/2 h = 350$

$2/3 h = 466,666667$

$$350 \leq B_w \leq 466,6667$$

maka, $b_w = 450$

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 P_u , tidak boleh melebihi $A_g F_c' / 10$
- 2) Bentang bersih untuk komponen struktur, L_n tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$2550 \geq 1440 \dots\dots\dots \text{ok !!}$$

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

- $bw / h \geq 0,3 h$
 $450 \geq 210$ ok !!
- $bw \geq 250 \text{ mm}$
 $450 \geq 250 \text{ mm}$ ok !!

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

(b) Lebar komponen struktur penumpu c2, dan

(c) 0.75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu , c1

- $bw \leq 2.c2$
 $450 \leq 800$ ok !!
- $bw \leq c2 + 3/4 c1$
 $450 \leq 700$ ok !!

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:
 700 mm x 450 mm

2. Balok anak 45/25

Data – data:

Tabel 4.3 Data Prelim Balok BA

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	4000	mm
		L2	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	4000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	420	Mpa

Sumber: Data prelim Balok

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

a. Tinggi Balok

Berdasarkan SNI (2847: 2019) tabel 9.3.1.1 tentang tabel minimum balok non-prategang, halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

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

$$h > 250 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk f_y selain 420 Mpa, maka :

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

$$h > 250 \text{ mm}$$

maka diambil nilai $h = 450 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok (bw)

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

$$\text{Dimana, } 1/2 h = 225$$

$$2/3 h = 300$$

$$225 < bw < 300$$

$$\text{Maka, } bw = 250$$

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

1) Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur P_u , tidak boleh melebihi $A_g \cdot f_c' / 10$

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

$$L_n \geq 0,3h$$

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

3) Lebar komponen bw, tidak boleh kurang dari yang lebih kecil 0,3h dan 250 mm

$$\begin{array}{rcl}
 bw & \geq & 0,3h \\
 250 & \geq & 135 \quad \text{.....ok!!} \\
 bw & \geq & 250 \\
 250 & < & 250 \quad \text{.....ok!!}
 \end{array}$$

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

(b) Lebar komponen struktur penumpu c2, dan

(c) 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c1

$$\begin{array}{rcl}
 bw & \leq & 2.c2 \\
 250 & \leq & 800 \quad \text{.....ok!!}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 Bw & \leq & c2 + \frac{3}{4} c1 \\
 250 & \leq & 700 \quad \text{.....ok!!}
 \end{array}$$

3. Balok B2 50/30

Data-data

Tabel 4.4 Data Prelim Balok B2

No	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	7500	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	7500	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Mutu Beton	K	24,9	Mpa
3	Mutu Baja	Fy	420	Mpa

Sumber: Data prelim Balok

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

a. Tinggi balok

Berdasarkan SNI (2847: 2019) tabel 9.3.1.1 tentang tabel minimum balok non-prategang, halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

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

$h > 468,75 \text{ mm}$ Nilai ini berlaku untuk $f_y = 420 \text{ Mpa}$ untuk f_y selain 420 Mpa, maka :

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

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

maka di ambil nilai $h = 500 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok (bw)

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

Dimana, $1/2 h = 250$

$$2/3 h = 333,3333$$

$$250 < bw < 333,3333$$

Maka, $bw = 300$

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

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

$$L_n \geq 4d$$

$$3700 \geq 1440 \dots\dots\dots \text{ok!!}$$

- 3) Lebar komponen bw, tidak boleh kurang dari yang lebih kecil 0,3h dan 250 mm

$$bw \geq 0,3h$$

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

$$\begin{aligned}
 bw &\geq 250 \\
 300 &\geq 250 \quad \text{.....ok!!}
 \end{aligned}$$

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

(b) lebar komponen struktur penumpu c2, dan

(c) 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c1

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

4.1.2. Kolom

1. Kolom lantai 5

Tebal pelat = 0,15 m

Luas pelat = 26,25 m

Dimensi balok = 0,5 m

= 0,3 m

Panjang balok = 11 m

Dimensi kolom = 0,4 m

= 0,3 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.5 Prelim Kolom L 5

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban		Berat (kg)	
						(kg/m ³)	(kg/m ²)		
Mati	Pelat	0,15				26,25	2400	9450	
	B2		0,5	0,3	11		2400	3960	
	BA		0,45	0,25	5,75		2400	1552,50	
	Spesi	0,3				26,25		21	16,54
	MEP					26,25		30	787,50
	Plafon					26,25		20	525
Hidup	Orang					26,25		250	6562,50
						Total		19966,54	
						Luas K rencana		0,12	

Sumber : Prelim Kolom L5

Maka diperoleh :

$$\text{Gaya Berat (V)} = 19966,54 \text{ kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 120000 \text{ mm}^2$$

$$K = 250,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 2,500 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,075 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Gaya berat/ luas} : V / A \leq 0,3fc'$$

$$0,1664 \leq 0,6225 \quad \text{OK!!}$$

2. Kolom lantai 4

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

$$\text{Luas pelat} = 26,25 \text{ m}^2$$

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

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

$$\text{Panjang balok} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 0,5 \text{ m},$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

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

Tabel 4.6 Prelim Kolom L 4

Jenis beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m)	Beban		Berat (kg)	
						(kg/m3)	(kg/m2)		
Mati	Pelat	0,15				26,25	2400		9450
	B1		0,7	0,45	11		2400		8316,00
	BA		0,45	0,25	5,75		2400		1552,50
	Kolom		0,4	0,3	4		2400		1152,00
	Spesi	0,03				26,25		21	16,54
	MEP					26,25		30	787,50
	Plafon					26,25		20	525,00
	Granit					26,26		24	630,00
	Dinding		3,3		11			250	9075,00
Hidup	Pekerja					26,25		250	6562,50
						Total		38067,0375	
						Luas K. rencana		0,15	

Sumber : Prelim Kolom L4

Maka diperoleh

$$\text{Gaya Berat (V)} = 58033,58 \text{ kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 150000 \text{ mm}^2$$

$$K = 300,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 3,00 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,409 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Gaya berat/ luas } V / A \leq f_c'$$

$$0,3869 \leq 0,747 \quad \text{OK!!}$$

3. Kolom lantai 3

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

$$\text{Luas pelat} = 26,25 \text{ m}$$

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

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

$$\text{Panjang balok} = 11 \text{ m}$$

Dimensi kolom = 0,6 m
 = 0,4 m
 Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.7 Prelim Kolom L 3

Jenis beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m)	Beban		Berat (kg)
						(kg/m3)	(kg/m2)	
Mati	Pelat	0,15				26,25	2400	9450
	B1		0,7	0,45	11		2400	8316,00
	BA		0,45	0,25	5,75		2400	1552,50
	Kolom		0,5	0,3	4		2400	1440,00
	Spesi	0,03				26,25	21	16,54
	MEP					26,25	30	787,50
	Plafon					26,25	20	525,00
	Granit					26,26	24	630,00
	Dinding		3,3		11		250	9075,00
Hidup	Orang				26,25	250	6562,50	
						Total		38355,0375
						Luas K. rencana		0,15

Sumber : Prelim Kolom L 3

Maka diperoleh

Gaya Berat (V) = 96388,61 kg

Luas Rencana Kolom (A) = 240000 mm²

K = 300,000 kg/cm²

= 3,00 kg/mm²

S = 2,409 kg/mm²

Gaya berat/ luas V / A ≤ fc'

0,4016 ≤ 0,747 OK!!

4. Kolom lantai 2

Keterangan

Tebal pelat = 0,15 m

Luas pelat = 26,25 m

Dimensi balok = 0,7 m

= 0,45 m

Panjang balok = 11 m

Dimensi kolom = 0,6 m

= 0,4 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.8 Prelim Kolom L 2

Jenis beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m)	Beban		Berat (kg)
						(kg/m ³)	(kg/m ²)	
Mati	Pelat	0,15			26,25	2400		9450
	B1		0,7	0,45	11	2400		8316,00
	BA		0,45	0,25	5,75	2400		1552,50
	Kolom		0,6	0,4	4	2400		2304,00
	Spesi	0,03				26,25	21	16,54
	MEP					26,25	30	787,50
	Plafon					26,25	20	525,00
	Granit					26,26	24	630,00
Hidup	Dinding		3,3		11		250	9075,00
	Orang				26,25		250	6562,50
						Total		39219,0375
						Luas K. rencana		0,24

Sumber : Prelim Kolom L 2

Maka diperoleh

Gaya Berat (V) = 135607,65 kg

Luas Rencana Kolom (A) = 240000 mm²

K = 300,000 kg/cm²

= 3,00 kg/mm²

S = 2,409 kg/mm²

$$\text{Gaya berat/ luas } V / A \leq f_c'$$

$$0,56503 \leq 0,747 \quad \text{OK!!}$$

5. Kolom lantai 1

Tebal pelat = 0,15 m

Luas pelat = 26,25 m

Dimensi balok = 0,7 m

= 0,45 m

Panjang balok = 11 m

Dimensi kolom = 0,8 m

= 0,6 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.9 Prelim Kolom L 1

Jenis beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m)	Beban		Berat (kg)
						(kg/m ³)	(kg/m ²)	
Mati	Pelat	0,15			26,25	2400		9450
	B1		0,7	0,45	11	2400		8316,00
	BA		0,45	0,25	5,75	2400		1552,50
	Kolom		0,6	0,4	4	2400		2304,00
	Spesi	0,03				26,25	21	16,54
	MEP					26,25	30	787,50
	Plafon					26,25	20	525,00
	Granit					26,26	24	630,00
	Dinding		3,3		11		250	9075,00
Hidup	Pekerja				26,25		250	6562,50
						Total		39219,0375
						Luas K. rencana		0,48

Sumber : Prelim Kolom L 1

Maka diperoleh

Gaya Berat (V) = 174826,69 kg

Luas Rencana Kolom (A) = 480000 mm²

$$\begin{aligned}
 K &= 300,000 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 3,00 \text{ kg/mm}^2 \\
 S &= 2,409 \text{ kg/mm}^2 \\
 \text{Gaya berat/ luas } V / A &\leq f_c' \\
 0,36422 &\leq 0,747 \quad \text{OK!!}
 \end{aligned}$$

6. Kolom lantai basement

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat} &= 0,15 \text{ m} \\
 \text{Luas pelat} &= 28,13 \text{ m} \\
 \text{Dimensi balok} &= 0,7 \text{ m} \\
 &= 0,45 \text{ m} \\
 \text{Panjang balok} &= 11 \text{ m} \\
 \text{Dimensi kolom} &= 0,8 \text{ m} \\
 &= 0,6 \text{ m} \\
 \text{Tinggi kolom} &= 4,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Prelim Kolom Basement

Jenis beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m)	Beban		Berat (kg)
						(kg/m ³)	(kg/m ²)	
Mati	Pelat	0,15			28,125	2400		9450
	B1		0,7	0,45	11	2400		8316,00
	BA		0,45	0,25	5,75	2400		1552,50
	Kolom		0,8	0,6	4	2400		2304,00
	Spesi	0,03				28,125	21	17,72
	Granit					28,125	24	630,00
	Dinding		3,8		3,75			250
Hidup	Orang				28,125		250	6562,50
						Total		36031,968 75
						Luas K. rencana		0,48

Sumber : Prelim Kolom Basement

Maka diperoleh

$$\text{Gaya Berat (V)} = 210959,06 \text{ kg}$$

Luas Rencana Kolom (A)	= 480000 mm ²				
	K	= 300,000 kg/cm ²			
		= 3,00 kg/mm ²			
	S	= 2,409 kg/mm ²			
Gaya berat/ luas	V / A	≤	f _c '		
	0,4395	≤	0,747	OK!!	

Dari hasil perhitungan di atas maka diperoleh ukuran kolom:

- | | | |
|-------------------|-----------|-------|
| 1. Kolom Lantai B | (80 x 60) | k-300 |
| 2. Kolom Lantai 1 | (80 x 60) | k-300 |
| 3. Kolom Lantai 2 | (60 x 40) | k-300 |
| 4. Kolom Lantai 3 | (60 x 40) | k-300 |
| 5. Kolom Lantai 4 | (50 x 30) | k-300 |
| 6. Kolom Lantai 5 | (40 x 30) | k-300 |

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen

1. Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm

Sisi terpendek	≥	300			
400	≥	300ok!!		

2. Rasio tulangan dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4

S. pendek/panjang	≥	0,4			
1,33	≥	0,4ok!!		

4.1.3. Pelat Lantai

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

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

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

Panjang balok:

$$L1 = 7500 \text{ mm}$$

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

$$L_{pj} = 7500 \text{ mm}$$

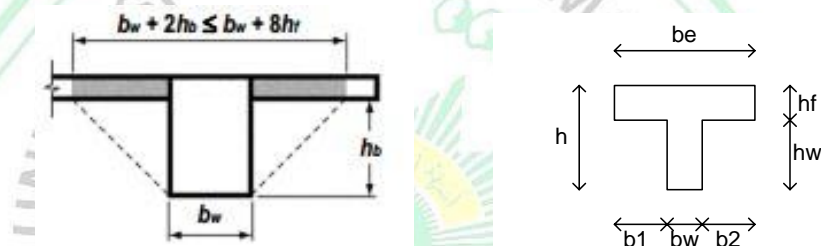
$$L_{pd} = 4000 \text{ mm}$$

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

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

1. Perencanaan dimensi pelat balok

- a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar: 4.2 Dimensi Pelat

(Sumber: Google image, 29 Juni 2022)

Berdasarkan SNI 2847:2019 (BETON) ayat 9.2.4.4 hal 197 butir (a)

Lebar sayap : $b_e = b_w + b_1 + b_2$

Aturan 1 :

Untuk $h_w < 4h_f$, maka $b_1 = b_2 = h_w$

Untuk $h_w > 4h_f$, maka $b_1 = b_2 = 4h_w$

$$\begin{aligned} 1) \quad h_w &= h - h_f \\ &= 700 - 150 \\ &= 550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad b_1 &= h_w \\ b_1 &= 550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$3) \quad b_2 = b_1$$

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

$$4) \quad b_e = b_w + b_1 + b_2$$

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

Cek

Panjang bentang balok bersih adalah :

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

$$L_n = 7050 \text{ mm} = 7,05 \text{ m}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

- $b_1, b_2 \leq 1/8 L_{pj}$; $1/8 L_{pj} = 937,5 \text{ mm}$
 $550 \leq 937,5 \text{ mm}$ OK!!
- $b_1, b_2 \leq 8 h_f$; $8 h_f = 1200 \text{ mm}$
 $550 \leq 1200 \text{ mm}$ OK!!
- $b_1, b_2 \leq 1/2 L_n$; $1/2 L_n = 3525 \text{ mm}$
 $550 \leq 3525 \text{ mm}$ OK!!

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



Gambar: 4.3 Konstruksi Pelat

(Sumber: Google image, 29 Juni 2022)

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

$$B_{e1} = b_w + b_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$H_w = h + h_f = 550 \text{ mm}$$

Cek :

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

- $b_1, b_2 \leq 1/12 L_{pj}$; $1/12 L_{pj} = 625 \text{ mm}$
 $550 \leq 625 \text{ mm}$ OK!!
- $b_1, b_2 \leq 6 h_f$; $6 h_f = 900 \text{ mm}$
 $550 \leq 900 \text{ mm}$ OK!!
- $b_1, b_2 \leq 1/2 L_n$; $1/2 L_n = 3525 \text{ mm}$
 $550 \leq 3525 \text{ mm}$ OK!!

2. Cek tebal pelat

Berdasarkan SNI 2847:2019 (BETON) hal 134 untuk panel yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek lebih besar dari dua, penggunaan persamaan (b) dan (d) 8.3.1.2, dengan perbandingan dengan bentang terpanjang, dapat memberikan hasil yang tidak masuk akal untuk panel tersebut diharuskan menggunakan aturan yang berlaku untuk konstruksi satu arah di 7.3.1

$$h_f = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5, \beta (a m - 0,2)}$$

jika, $a m < 2$, maka: $h_f \geq 125 \text{ mm}$

$$h_f = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{3,6 + 9, \beta}$$

jika, $a m > 2$, maka: $h_f \geq 90 \text{ mm}$

Keterangan :

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

h_f = panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok

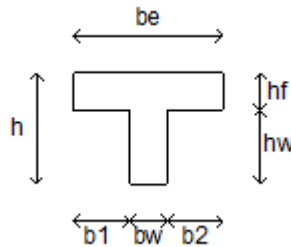
β = perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang bersih terpendek

α_m = nilai rata-rata dari kekakuan balok
 α = l_{bp}/l_p
 dimana : l_{bp} = inersia balok
 l_p = inersia pelat

3. Menentukan momen inersia balok pelat (I_{bp})

1) Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

- $Be = 1,55 \text{ m} = 1550 \text{ mm}$
- $H_f = 0,15 \text{ m} = 150 \text{ mm}$
- $H_w = 0,55 \text{ m} = 550 \text{ mm}$



- $A_1 = h_w \cdot b_w = 247500 \text{ mm}^2$
- $A_2 = h_f \cdot b_e = 232500 \text{ mm}^2$

Titik berat

$$A_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot h_w = 68062500 \dots\dots a$$

$$A_2 \left(\frac{h_f}{2} + h_w \right) = 1,45E+08 \dots\dots b$$

$$A_1 + A_2 = 480000 \dots\dots c$$

$$\text{Jadi, } y = \frac{a+b/c}{c} = 444,5313 \text{ mm}$$

$$= 0,445313 \text{ m}$$

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

$$= 11343750 \text{ mm}^4$$

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot h_w$$

$$= 275 \text{ mm}$$

$$I_{x2} = \left(\frac{1}{12} \cdot b_e \cdot h_f^3 \right)$$

$$= 435937500 \text{ mm}^4$$

$$y_2 = (1/2 \cdot hf) + hw$$

$$= 625 \text{ mm}$$

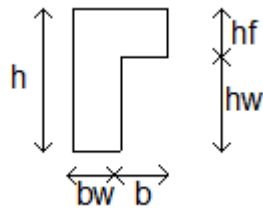
$$I_{bp1} = I_{x1} + (A_1 \cdot (y - y_1)^2) + I_{x2} + (A_2 \cdot (y_2 - y)^2)$$

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

$$y = \frac{(A_1 \cdot 0,5 \cdot hw) + \{A_2 \cdot (\frac{hf}{2} + hw)\}}{A_1 + A_2}$$

2) Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$be1 = 1000 \text{ mm}$$



$$A_1 = hw \cdot bw = 247500 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = hf \cdot be1 = 150000 \text{ mm}^2$$

Titik berat

$$A_1 \cdot 1/2 \cdot hw = 68062500 \dots\dots a$$

$$A_2 (hf/2 + hw) = 93750000 \dots\dots b$$

$$A_1 + A_2 = 397500 \dots\dots c$$

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

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

$$I_{x1} = (1/12 \cdot bw \cdot hw^3)$$

$$= 11343750 \text{ mm}^4$$

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

$$= 275 \text{ mm}$$

$$I_{x2} = (1/12 \cdot be \cdot hf^3)$$

$$= 281250000 \text{ mm}^4$$

$$y_2 = (1/2 \cdot hf) + hw$$

$$= 625 \text{ mm}$$

$$I_{p1} = I_{x1} + (A1 \cdot (y-y1)^2) + I_{x2} + (A2 \cdot (y2-y)^2)$$

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

4. Menentukan inersia pelat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$I_{p1} = 1/12(bw/2 + L1/2) \cdot hf^3$$

$$= 1117968750 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = I_{p2}/I_{p1}$$

$$= 10,4954915$$

$$I_{p2} = 1/12(bw/2 + L2/2) \cdot hf^3$$

$$= 625781250 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_2 = I_{p2}/I_{p1}$$

$$= 18,7503$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

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

$$= 2109375000 \text{ mm}^4$$

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

$$= 7,17412778$$

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

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

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

$$= 13,4514896$$

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

$$= 12,4678703$$

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

$$= 1,98591549$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 hal 134, untuk pelat non prategang dengan balok membentang di antara tumpuan di semua sisi, ketebalan pelat keseluruhan h harus memenuhi batasan pada tabel 8.3.1.2, kecuali batas lendutan yang dihitung dengan 8.3.2 dipenuhi dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$79,66973 \leq h_f = 150 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{ok!!}$$

Maka tebal pelat yang digunakan dalam pemodelan adalah :

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

4.2. Pembebanan

4.2.1. Beban Mati

1. Beban pada lantai

a. Lantai dak beton

		Tebal	$q_u(\text{Kg/m}^2)$
BV spesi	= 21 Kg/m^2	2cm	42
Bv plafon	= 20 Kg/m^2	1cm	20
BV MEP	= 25 Kg/m^2	0	25 +
			<hr/>
			87 Kg/m^2

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

		Tebal	$q_u(\text{Kg/m}^2)$
BV spesi	= 21 Kg/m^2	2cm	42
Bv plafon	= 20 Kg/m^2	1cm	20
BV granit	= 24 Kg/m^2	1cm	24
BV MEP	= 25 Kg/m^2	0	25 +
			<hr/>
			111 Kg/m^2

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

		Tebal	$q_u(\text{Kg/m}^2)$
BV pas ½ bata	= 250 Kg/m^2	1cm	250
BV spesi	= 21 Kg/m^2	2cm	42
Bv plafon	= 20 Kg/m^2	1cm	20

BV granit	= 24 Kg/m ²	1cm	24
BV MEP	= 25 Kg/m ²	0	<u>25</u> +
			361 Kg/m ²

c. Lantai *basement*

			Tebal qu(Kg/m ²)
BV pas ½ bata	= 250 Kg/m ²	1cm	250
Bv plafon	= 20 Kg/m ²	1cm	20
BV MEP	= 25 Kg/m ²	0	<u>25</u> +
			295 Kg/m ²

2. **Beban pada balok**

a. Balok 70 x 45

Tinggi gedung	= 4,5 m	4 m
Tinggi dinding	= 3,8 m	3,3 m
<u>BV dinding</u>	= 250 Kg/m ² +	<u>250 Kg/m² +</u>
Berat dinding	= 950 Kg/m ²	825 Kg/m ²

b. Balok 45 x 25

Tinggi gedung	= 4,5 m	4 m
Tinggi dinding	= 4,05m	3,55 m
<u>BV dinding</u>	= 250 Kg/m ² +	<u>250 Kg/m² +</u>
Berat dinding	= 1012,5 Kg/m ²	887,5 Kg/m ²

4.2.2. **Beban hidup**

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020

1. Lantai dak beton

Hujan = 40 Kg/m²

2. Lantai 5,4,3

Ruang kamar = 400 Kg/m²

Toilet = 200 Kg/m²

Koridor = 479 Kg/m²

3. Lantai 2

Ruang kamar	= 400 Kg/m ²
Toilet	= 200 Kg/m ²
Koridor	= 479 Kg/m ²
Ruang rapat	= 479 Kg/m ²

4. Lantai 1

Restaurant	= 479 Kg/m ²
Toilet	= 200 Kg/m ²
Dapur	= 200 Kg/m ²
Kantor	= 192 Kg/m ²
Resepsionis	= 240 Kg/m ²
Loby	= 479 Kg/m ²
Ruang serba guna	= 479 Kg/m ²

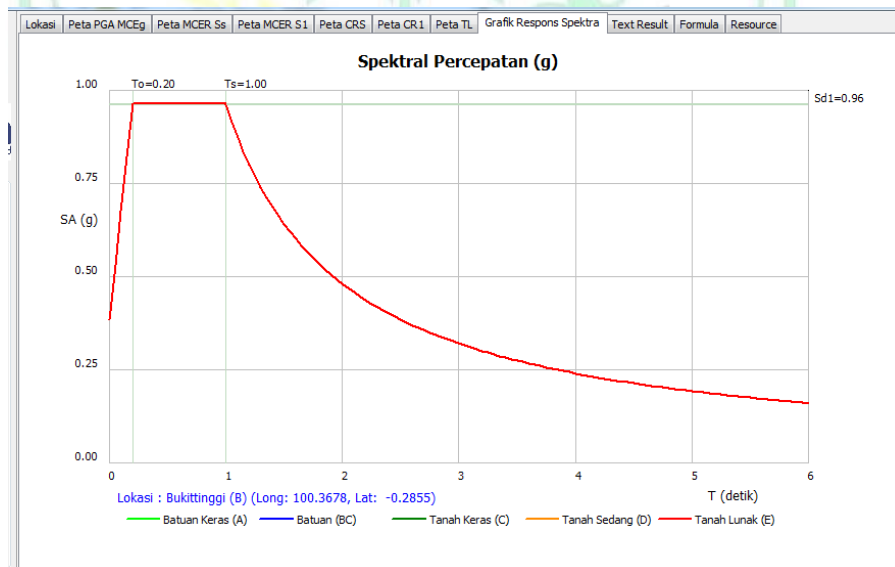
4.2.3. Beban Gempa

Kategori desain seismik struktur

Kategori resiko = II (perhotelan)

Lokasi : Gempa Bukittinggi, Tanah Lunak

(Lat : -0,2855, Long : 100,3678)



Gambar: 4.4 Grafik spektrum Kota Bukittinggi

(Sumber : Desain Spektrum Indonesia, 29 Juni 2022)

i	= faktor keutamaan gempa	= 1
r	= koefesien modifikasi respon	= 8
g	= gempa, 9,81	= 9,81
u	= (scale factor)	= 1,2265
	u1	= 1,2265
	u2	= 0,367875

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

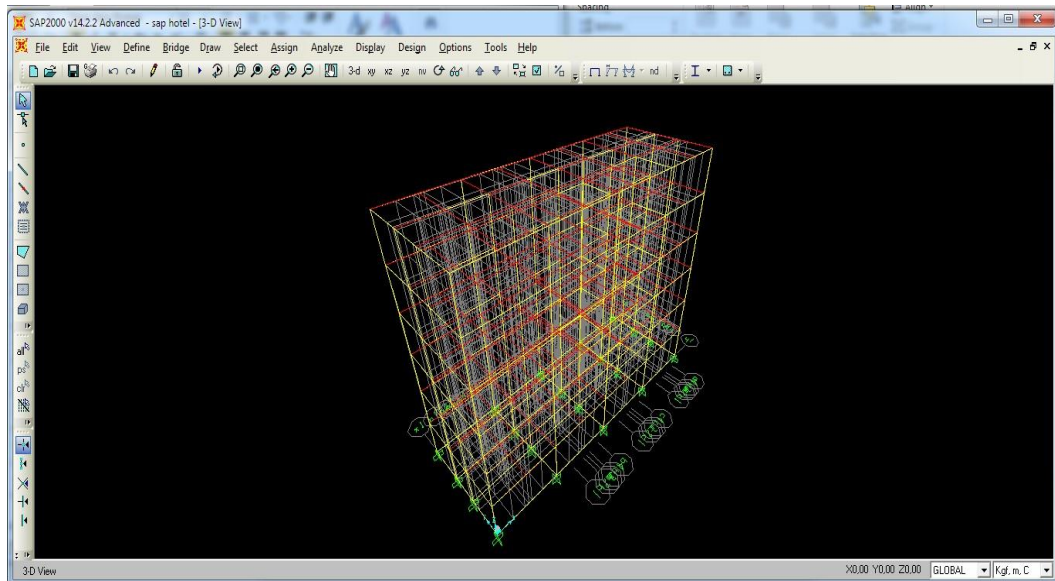
PGA	= 0,700609 g	Sms	= 1,445184 g
PGAm	= 0,770670 g	Sm1	= 1,441014 g
CRs	= 0,000000	Sds	= 0,963456 g
CR1	= 0,000000	Sd1	= 0,960676 g
Ss	= 1,806480 g	To	= 0,199423 detik
S1	= 0,720507 g	Ts	= 0,997114 detik
TL	= 9,000000 detik		
Fa	= 0,800000		
FV	= 2,000000		

<i>Time</i> (sec)	<i>Value</i> (g)	<i>Time</i> (sec)	<i>Value</i> (g)	<i>Time</i> (sec)	<i>Value</i> (g)
0,000	0,3854	0,650	0,9635	1,300	0,7390
0,050	0,5303	0,700	0,9635	1,350	0,7116
0,100	0,6753	0,750	0,9635	1,400	0,6862
0,150	0,8202	0,800	0,9635	1,450	0,6625
0,199	0,9635	0,850	0,9635	1,500	0,6405
0,200	0,9635	0,900	0,9635	1,550	0,6198
0,250	0,9635	0,950	0,9635	1,600	0,6004
0,300	0,9635	1,997	0,9635	1,650	0,5822
0,350	0,9635	1,000	0,9607	1,700	0,5651
0,400	0,9635	1,050	0,9149	1,750	0,5490
0,450	0,9635	1,100	0,8733	1,800	0,5337
0,500	0,9635	1,150	0,8354	1,850	0,5193
0,550	0,9635	1,200	0,8006	1,900	0,5056
0,600	0,9635	1,250	0,7685	1,950	0,4927
2,000	0,4803	3,350	0,2868	4,700	0,2044
2,050	0,4686	3,400	0,2826	4,750	0,2022
2,100	0,4575	3,450	0,2785	4,800	0,2001
2,150	0,4468	3,500	0,2745	4,850	0,1981
2,200	0,4367	3,550	0,2706	4,900	0,1961
2,250	0,4270	3,600	0,2669	4,950	0,1941
2,300	0,4177	3,650	0,2632	5,000	0,1921
2,350	0,4088	3,700	0,2596	5,050	0,1902
2,400	0,4003	3,750	0,2562	5,100	0,1884
2,450	0,3921	3,800	0,2528	5,150	0,1865
2,500	0,3943	3,850	0,2495	5,200	0,1847
2,550	0,3767	3,900	0,2463	5,250	0,1830
2,600	0,3695	3,950	0,2432	5,300	0,1813
2,650	0,3625	4,000	0,2402	5,350	0,1796
2,700	0,3558	4,050	0,2372	5,400	0,1779
2,750	0,3493	4,100	0,2343	5,450	0,1763
2,800	0,3431	4,150	0,2315	5,500	0,1747
2,850	0,3371	4,200	0,2287	5,550	0,1731
2,900	0,3313	4,250	0,2260	5,600	0,1715
2,950	0,3257	4,300	0,2234	5,650	0,1700
3,000	0,3202	4,350	0,2208	5,700	0,1685
3,050	0,3150	4,400	0,2183	5,750	0,1671
3,100	0,3099	4,450	0,2159	5,800	0,1656
3,150	0,3950	4,500	0,2135	5,850	0,1642
3,200	0,3002	4,550	0,2111	5,900	0,1628
3,250	0,2956	4,600	0,2088	5,950	0,1615
3,300	0,2911	4,650	2066	6,000	0,1601

Sumber : Desain Spektrum Indonesia, 29 Juni 2022

4.3. Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000

4.3.1. Menggambar Grid Bangunan



Gambar: 4.5 grid gedung hotel SAP2000

(Sumber: aplikasi SAP2000)

4.3.2. Mendefinisikan penampang dan beban

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

1. Balok

Balok induk = 70cm x 45cm

Balok anak = 45cm x 25cm

Balok B2 = 50cm x 30cm

2. Kolom

Kolom 1 = 80cm x 60cm

Kolom 2 = 60cm x 40cm

Kolom 3 = 50cm x 30cm

Kolom 4 = 40cm x 30cm

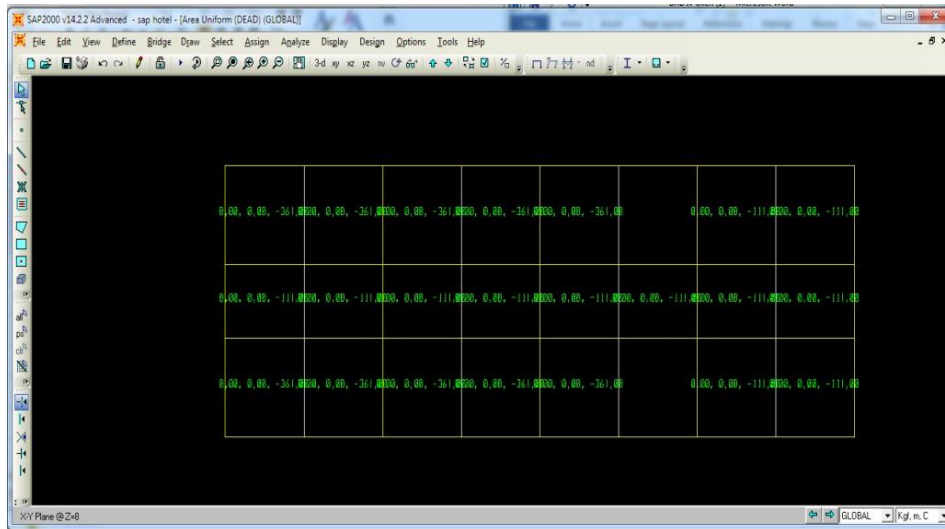
3. Pelat lantai

Pelat lantai = 15 cm

Dan untuk material yang di inputkan :

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

Baja (f_y) = 420 Mpa

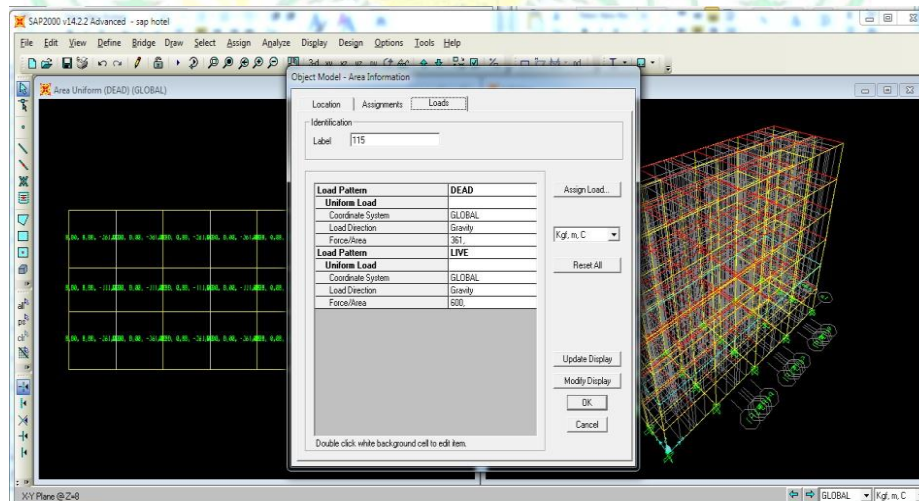


Gambar 4.6 Input Penampang
(Sumber: aplikasi SAP2000)

4.3.3. Input Beban Hidup, Mati Gempa

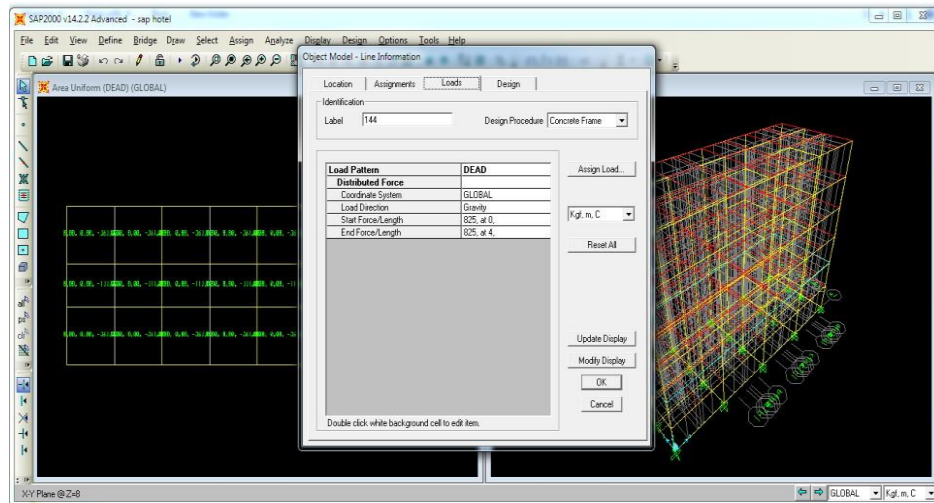
Beban-besan yang diinputkan sesuai dengan perhitungan pembebanan pada poin 4.2.

1. Beban pada pelat lantai



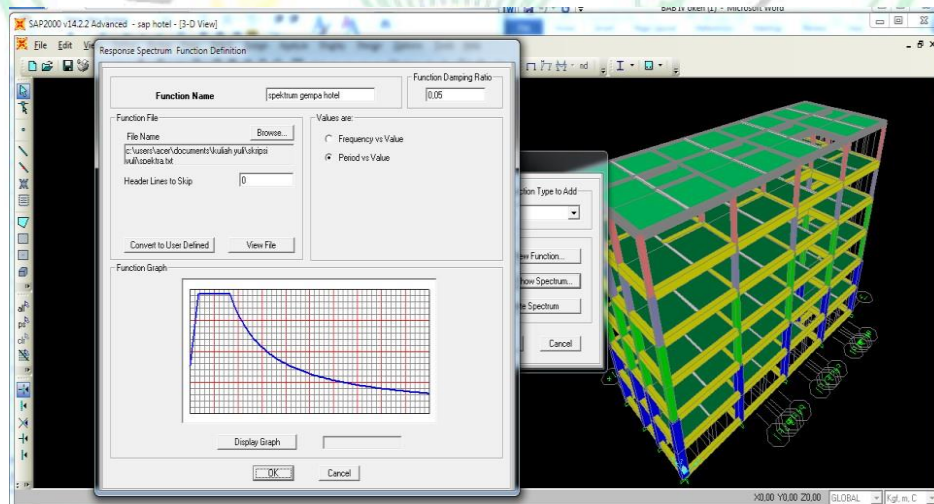
Gambar 4.7 beban pada pelat lantai
(Sumber: aplikasi SAP2000)

2. Beban pada balok



Gambar 4.8 Beban Mati
(Sumber: Aplikasi SAP2000)

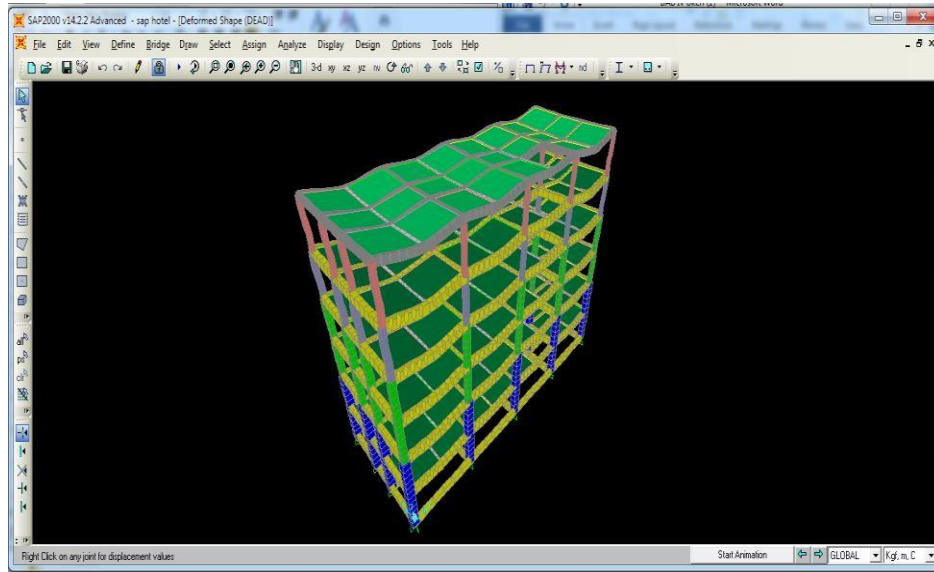
3. Beban gempa



Gambar 4.9 Beban Gempa
(Sumber: Aplikasi SAP2000)

4.3.4. Hasil *Running* SAP2000

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



Gambar 4.10 Hasil Running SAP2000
(Sumber: Aplikasi SAP2000)

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000 :

Balok Induk Bentang 7,5 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	38,231	186,429	0,575	9,111	1,0938	317,3957
Min	-21,742	-185,928	-0,566	-8,1485	-1,0776	525,1196

Balok Anak bentang 4m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	0,564	32,256	0,007136	0,141	0,0197	15,7707
Min	-1,472	-32,512	-0,007973	-0,1312	-0,0197	-29,5692

Kolom L basement

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-190,17	252,294	67,733	3,7321	171,3293	753,1456
Min	-2758,001	-253,432	-62,622	-3,7157	-164,684	-754,275

Kolom L 1

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-143,742	274,43	55,613	4,4626	114,1253	583,1308
Min	-2281,61	-273,143	-40,526	-4,4209	-108,535	-579,499

Kolom L 2

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-149,357	229,288	58,752	1,8113	117,432	472,5702
Min	-1734,14	-230,601	-51,59	-1,8062	-117,601	-470,072

Kolom L 3

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-129,739	199,544	47,693	0,8628	93,7083	418,9465
Min	-1210,15	-202,047	-36,03	-0,8634	-97,1751	-414,025

Kolom L 4

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-89,593	134,361	40,74	1,4959	80,7012	283,479
Min	-683,34	-136,28	-35,324	-1,4923	-82,262	-278,937

Kolom L 5

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-18,177	64,664	21,768	1,1844	43,7806	130,9155
Min	-158,814	-65,273	-17,175	-1,1873	-43,2964	-132,789

4.4. Perhitungan penulangan

4.4.1. Balok

1. Balok induk 70 x 45 bentang 7,5 m

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$M_u = 525,12 \text{ kN m}$$

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

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

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

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

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

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

$$\rho = 0,5$$

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

$$A_{s1} = 380,133 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$= \frac{0,59}{24,9} \times (1 - 0,5)^2 \times 420^2 = 1044,9398$$

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

$$= -410,59701$$

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

$$= 3,249422$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,384858408$$

$$\rho_2 = 0,008080047$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00808$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

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

$$= 2436,134 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

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

$$= 1218,067 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

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

$$= 6,408641 \approx 7 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

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

$$= 3,204321 \approx 4 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan : 8– D 22 untuk tulangan tarik
5– D 22 untuk tulangan tekan

Tulangan Geser

Data Material Balok

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

Tegangan Leleh Baja : $f_y \text{ (BjTS-30)} = 240 \text{ MPa}$

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

Dimensi Balok

Panjang Bentang	= 7500 mm
Lebar Balok	= 450 mm
Tinggi Balok	= 700 mm
Selimit Beton	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton	= $h - d'$
	= 400 - 30
	= 670 mm

Gaya Geser Ultimit Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u	= 30,22 kN (hasil Analisa Struktur)
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Tumpuan)	= 30,22kN
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Lapangan)	= 15,11 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 ²
Jarak antar Sengkang	: s	= 100 mm
Jarak Sengkang Maksimum	: s_{max}	= 300 mm

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

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

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	= $(A_v f_y d) / s$
		= 252,58 kN

Kuat Geser Nominal Balok

Kuat Geser Nominal Balok	: V_n	= $V_c + V_s$
		= 503,33 kN

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 377,50 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 30,22 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 377,50 \text{ kN} &\geq 30,22 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

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

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

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

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

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 168,39 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 419,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 314,35 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 15,11 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 314,35 \text{ kN} & \geq 15,11 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

2. Balok 50 x 30 bentang 7,5 m

Tulangan Lentur

Diketahui:

- Mu = 47,50 kN m
- b = 300 mm
- h = 500 mm
- d' = 30 mm
- d = 470 mm
- fc' = 24,9 Mpa
- fy = 420 Mpa
- ∅ = 0,5
- D = 13 mm
- As1 = 132,732 mm²

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$f_c' = 1044,9398$$

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

$$= -410,59701$$

$$C = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = 0,8959861$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,386893016$$

$$\rho_2 = 0,002216252$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,002216$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$A_s = \rho \times b \times d = 312,4915 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

$$A_s' = \phi \times \rho \times b \times d = 156,2458 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}} = 2,354299 \approx 3 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}} = 1,17715 \approx 2 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan : 4– D 13 untuk tulangan tarik
3– D 13 untuk tulangan tekan

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton	:	f_c'	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	:	f_y (BjTS-30)	= 240 MPa
Faktor Reduksi Geser	:	ϕ_s	= 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang	= 7500 mm
Lebar Balok	= 300 mm
Tinggi Balok	= 500 mm
Selimut Beton	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton	= $h - d'$
	= 400 - 30
	= 470 mm

Gaya Geser Ultimit Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u	= 12,28 kN (hasil Analisa Struktur)
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Tumpuan)	= 12,28kN
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Lapangan)	= 6,14 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 ²
Jarak antar Sengkang	: s	= 100 mm
Jarak Sengkang Maksimum	: s_{max}	= 235,00 mm

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

s	\leq	s_{max}	
100,00 mm	\leq	235,00 mm OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: V_c	= $1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$
		= 117,26 kN
Kuat Geser Tulangan Geser	: V_s	= $(A_v f_y d) / s$
		= 177,19 kN

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 249,45 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 220,84 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 12,28 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 220,84 \text{ kN} & \geq 12,28 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 235,00 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s & \leq s_{max} \\ 150,00 \text{ mm} & \leq 235 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK !} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 117,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 118,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 235,39 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 176,54 \text{ kN}\end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 6,14 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}V_r & \geq V_u \\ 176,54 \text{ kN} & \geq 6,14 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!}\end{aligned}$$

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

3. Balok anak 45 x 25 bentang 4m

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$M_u = 29,57 \text{ kN m}$$

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

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

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

$$d = 420 \text{ mm}$$

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

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

$$\phi = 0,5$$

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

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

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

$$A = \frac{0,59 \times (1 - \delta)^2 \times f_y^2}{f_c'} = 1044,9398$$

$$B = - [\{ (1-\delta) \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times (1-d'/d) \}] = -410,59701$$

$$C = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = 0,8381293$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,385501527$$

$$\rho_2 = 0,002080624$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,002081$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$= \rho \times b \times d = 218,4655 \text{ mm}^2$$

As

* tulangan tekan

$$= \delta \times \rho \times b \times d = 109,2328 \text{ mm}^2$$

As'

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$= \frac{As}{As1} = 1,645911 \approx 2 \text{ batang}$$

n

* tulangan tekan

$$= \frac{As'}{As1} = 0,822956 \approx 1 \text{ batang}$$

n'

Maka digunakan tulangan : 3– D 13 untuk tulangan tarik
 2– D 13 untuk tulangan tekan

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton : f_c' = 24,9 MPa
 Tegangan Leleh Baja : f_y (BjTS-30) = 240 MPa
 Faktor Reduksi Geser : ϕ_s = 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang = 4000 mm
 Lebar Balok = 250 mm
 Tinggi Balok = 450 mm
 Selimut Beton = 30 mm
 Tinggi Efektif Beton = $h - d'$
 = 420 mm

Gaya Geser Ultimit Balok

Kuat Geser Ultimit Balok : V_u = 32,51 kN
 Kuat Geser Ultimit Balok : V_u (Tumpuan) = 32,51 kN
 Kuat Geser Ultimit Balok : V_u (Lapangan) = 16,26 kN

Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

Diameter Sengkang : d_s = 10,00 mm
 Luas Penampang Sengkang : A_v = $2 [1/4 \pi d_s^2]$
 = 157,08 mm²

Jarak antar Sengkang : s = 100 mm
 Jarak Sengkang Maksimum : s_{max} = 210 mm

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$s \leq s_{max}$
 100,00 mm \leq 210,00 mm OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 87,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 158,34 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 245,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 184,25 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 32,51 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 184,25 \text{ kN} & \geq 32,51 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

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

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

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 210 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s & \leq s_{max} \\ 150,00 \text{ mm} & \leq 210 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 87,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 105,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 192,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 144,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 16,26 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 144,66 \text{ kN} & \geq 16,26 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

4.4.2. Kolom

1. Kolom basement

Data Material Kolom

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

$$\text{Tegangan Leleh Baja} : f_y = 240,00 \text{ MPa}$$

$$\text{Faktor Reduksi Geser} : \phi_s = 0,75$$

Dimensi Kolom

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Efektif Beton : } d & = h - d' \\ & = 570 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tulangan Geser Kolom

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

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

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 285,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 379,24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} V_s &= (A_v f_y ds) / s \\ &= 143,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom} V_n &= V_c + V_s \\ &= 522,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom} V_r &= \phi_s V_n \\ &= 391,87 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} : V_u = 253,43 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$391,87 \text{ kN} \geq 253,43 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

Tulangan Utama Kolom

b	= 600 mm
h	= 800 mm
D	= 22 mm (Diameter Tulangan)
f _c	= 24,9 Mpa
f _y	= 420 MPa
d	= 770 mm
d'	= 30 mm
n.tul	= 17 bh (Jumlah Tulangan)
y	= 400 mm

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \quad \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \quad \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420 \\ &= 12736573,91 \text{ N} \\ &= 12736,57391 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom (P_n(max))

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 12736,574 \\ &= 10189,259 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

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

c. Kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 6623,0184 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*) Pnb

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 770 \\ &= 452,9412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ab &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 452,9412 \\ &= 385 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times ab \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 24889115 \text{ N} \\ &= 4889,115 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times ab \times b \times (y - ab/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') + A_s \\ &\times f_s (d - y) \\ &= 2018725959 \text{ Nmm} \\ &= 2018,725959 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} eb &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,412902122 \text{ m} \\ &= 412,9021221 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 3177,9248 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 1614,9808 \text{ kN} \end{aligned}$$

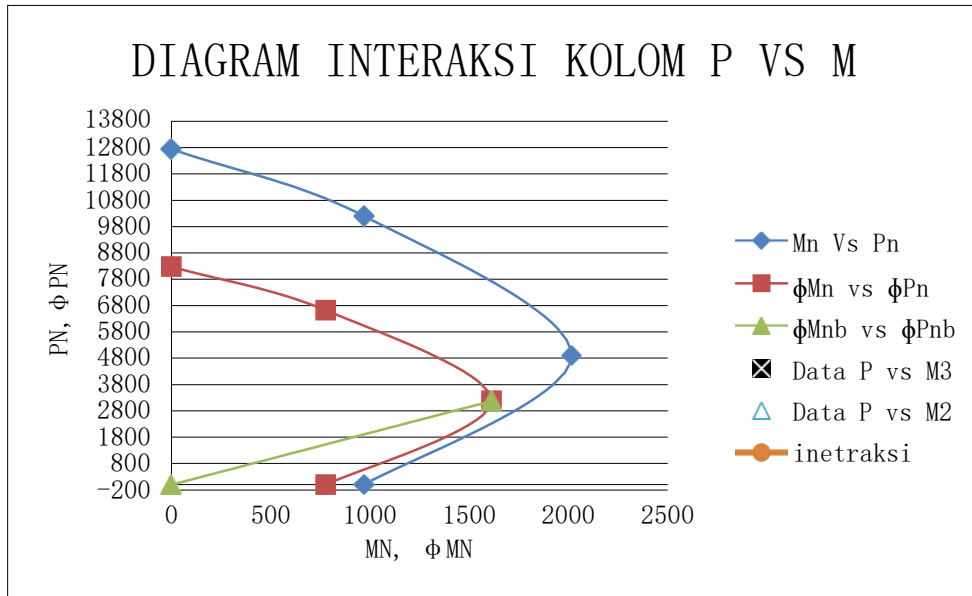
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

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

$$M_n = 972,2176896 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 777,7741516 \text{ kN}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
777,774	\geq	754,2749	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
6.623,018	\geq	2758,001	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 17 D-22

2. Kolom L1

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton	: f_c	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	: f_y	= 240,00 MPa
Faktor Reduksi Geser	: ϕ_s	= 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	= 800 mm
Tinggi Kolom	: h	= 600 mm
Selimut Beton	: d'	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton: d	= $h - d'$	= 570 mm

Tulangan Geser Kolom

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

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

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

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

$$150,00 \text{ mm} \leq 285,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 379,24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser } V_s &= (A_v f_y ds) / s \\ &= 143,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom } V_n &= V_c + V_s \\ &= 522,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom } V_r &= \phi_s V_n \\ &= 391,87 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} : V_u = 274,43 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$391,87 \text{ kN} \geq 274,43 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

Tulangan Utama Kolom

b	= 600 mm
h	= 800 mm
D	= 22 mm (Diameter Tulangan)
f _c	= 24,9 Mpa
f _y	= 420 MPa
d	= 770 mm
d'	= 30 mm
n.tul	= 17 bh (Jumlah Tulangan)
y	= 400 mm

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \quad \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \quad \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420 \\ &= 12736573,91 \text{ N} \\ &= 12736,57391 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom (P_{n(max)})

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 12736,574 \\ &= 10189,259 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

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

c. Kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 6623,0184 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*) Pnb

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 770 \\ &= 452,9412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 452,9412 \\ &= 385 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 4889115 \text{ N} \\ &= 4889,115 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\ &\quad + A_s \times f_y \times (d - y) \\ &= 2018725959 \text{ Nmm} \\ &= 2018,725959 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,412902122 \text{ m} \\ &= 412,9021221 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 3177,9248 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 1614,9808 \text{ kN} \end{aligned}$$

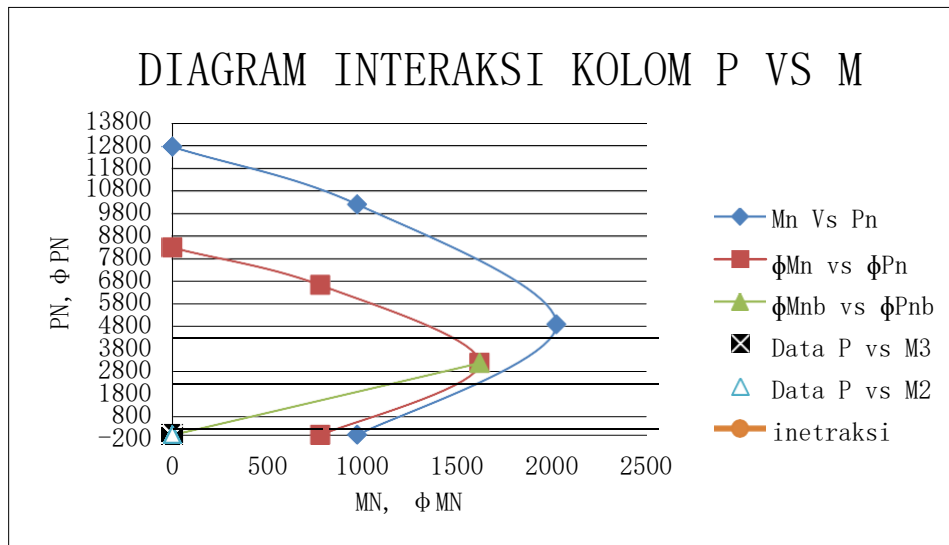
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

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

$$M_n = 972,2176896 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 777,7741516 \text{ kN}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
777,774	\geq	583,1308	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
6.623,018	\geq	2281,614	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 17 D-22

3. Kolom L 2

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton	: f_c	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	: f_y	= 240,00 MPa
Faktor Reduksi Geser	: ϕ_s	= 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	= 400 mm
Tinggi Kolom	: h	= 600 mm
Selimut Beton	: d'	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton	: d	= $h - d'$
		= 570 mm

Tulangan Geser Kolom

$$\begin{aligned} \text{Diameter Sengkang} & : ds = 10,00 \text{ mm} \\ \text{Luas Penampang Sengkang} : Av & = 2 [1/4 \pi ds^2] \text{ (sengkang 2 kaki)} \\ & = 157,08 \text{ mm} \\ \text{Jarak antar Sengkang} & : s = 150,00 \text{ mm} \\ \text{Jarak Sengkang Maksimum} : smax & = 285 \text{ mm} \\ \text{Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom} \\ s & \leq smax \\ 150,00 \text{ mm} & \leq 285,00 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : Vc & = 1/6 [(\sqrt{fc'}) / (b d)] \\ & = 189,62 \text{ kN} \\ \text{Kuat Geser Tulangan Geser} Vs & = (Av fy ds) / s \\ & = 143,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom} Vn & = Vc + Vs \\ & = 332,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom} Vr & = \phi_s Vn \\ & = 249,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} : Vu = 230,60 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} Vr & \geq Vu \\ 3903,38 \text{ kN} & \geq 230,60 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

Tulangan Utama Kolom

b	= 400 mm
h	= 600 mm
D	= 22 mm (Diameter Tulangan)
f _c	= 24,9 Mpa
f _y	= 420 MPa
d	= 570 mm
d'	= 30 mm
n.tul	= 16 bh (Jumlah Tulangan)
y	= 300 mm

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \quad \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \quad \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420 \\ &= 7505363,677\text{N} \\ &= 7505,3637 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom (P_{n(max)})

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 7505,3637 \\ &= 6004,2909 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 600 \\ &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 3902,7891 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*) P_{nb}

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 770 \\ &= 335,2941 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 335,2941 \\ &= 285 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 2412810 \text{ N} \\ &= 2412,81 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') + A_s \\ &\times f_y (d - y) \\ &= 1069730366 \text{ Nmm} \\ &= 1069,730366 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,44335458 \text{ m} \\ &= 412,9021221 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 1568,327 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 855,7843 \text{ kNm} \end{aligned}$$

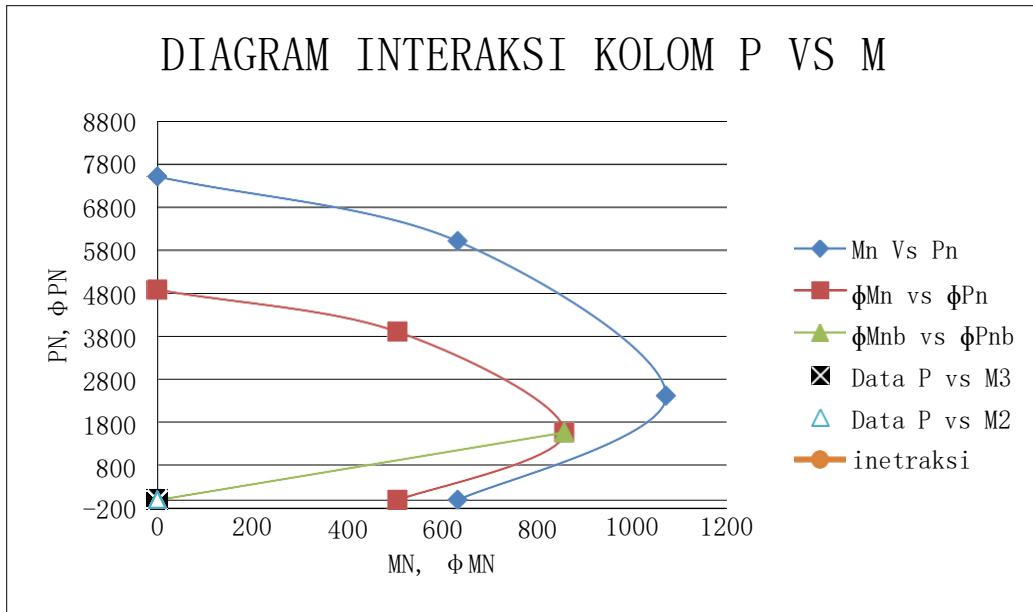
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni ($P=0$)

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

$$M_n = 631,3935522 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 502,114842 \text{ kNm}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
505,115	\geq	472,5702	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
3.902,789	\geq	1734,138	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 16 D-22

4. Kolom L 3

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton : f_c = 24,9 MPa

Tegangan Leleh Baja : f_y = 240,00 MPa

Faktor Reduksi Geser : ϕ_s = 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom : b = 400 mm

Tinggi Kolom : h = 600 mm

Selimut Beton : d' = 30 mm

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

= 570 mm

Tulangan Geser Kolom

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

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

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 285,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 189,62 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} V_s &= (A_v f_y ds) / s \\ &= 143,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom} V_n &= V_c + V_s \\ &= 332,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom} V_r &= \phi_s V_n \\ &= 249,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} : V_u = 202,05 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$249,66 \text{ kN} \geq 202,05 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

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

Tulangan Utama Kolom

b	= 400 mm
h	= 600 mm
D	= 22 mm (Diameter Tulangan)
f _c	= 24,9 Mpa
f _y	= 420 MPa
d	= 570 mm
d'	= 30 mm
n.tul	= 16 bh (Jumlah Tulangan)
y	= 300 mm

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \quad \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \quad \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420 \\ &= 7505363,677\text{N} \\ &= 7505,3637 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom (P_n(max))

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 7505,3637 \\ &= 6004,2909 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 600 \\ &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 3902,7891 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*) P_{nb}

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 770 \\ &= 335,2941 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 335,2941 \\ &= 285 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 2412810 \text{ N} \\ &= 2412,81 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') + A_s \\ &\times f_y (d - y) \\ &= 1069730366 \text{ Nmm} \\ &= 1069,730366 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,44335458 \text{ m} \\ &= 443,35458 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 1568,327 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 855,7843 \text{ kN} \end{aligned}$$

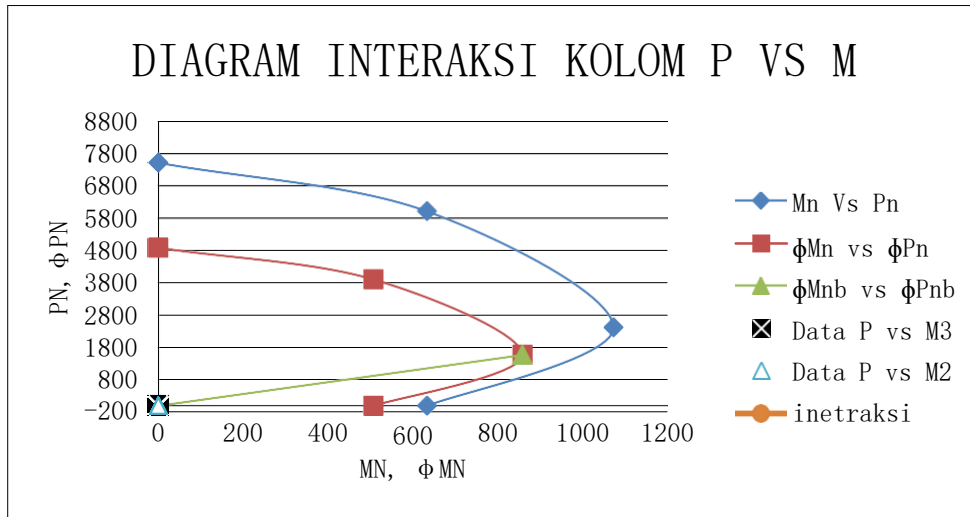
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni ($P=0$)

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

$$M_n = 631,3935522 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 502,114842 \text{ kN}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
505,115	\geq	472,5702	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
3.902,789	\geq	1734,138	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 16 D-22

5. Kolom L 4

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton	: f_c	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	: f_y	= 240,00 MPa
Faktor Reduksi Geser	: ϕ_s	= 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	= 300 mm
Tinggi Kolom	: h	= 500 mm
Selimut Beton	: d'	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton : d	= $h - d'$	= 470 mm

Tulangan Geser Kolom

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

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

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

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 235 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 235,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 117,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} V_s &= (A_v f_y ds) / s \\ &= 118,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom} V_n &= V_c + V_s \\ &= 235,39 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom} V_r &= \phi_s V_n \\ &= 176,54 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} : V_u = 136,28 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$176,54 \text{ kN} \geq 136,28 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

Tulangan Utama Kolom

b	= 300 mm
h	= 500 mm
D	= 19 mm (Diameter Tulangan)
f _c	= 24,9 Mpa
f _y	= 420 MPa
d	= 470 mm
d'	= 30 mm
n.tul	= 16 bh (Jumlah Tulangan)
y	= 250 mm

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \quad \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \quad \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420 \\ &= 4984048,941 \text{ N} \\ &= 4984,0489 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom (P_{n(max)})

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 4984,0489 \\ &= 3987,2392 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 500 \\ &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 2591,7054 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 470 \\ &= 267,4706 \text{ mm} \\ a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 267,4706 \\ &= 235 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 1492132,5 \text{ N} \\ &= 1492,1325 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') + A_s \times f_y \times (d - y) \\ &= 616876441 \text{ Nmm} \\ &= 616,876441 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,41341935 \text{ m} \\ &= 413,41935 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 969,8861 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 5012 \text{ kNm} \end{aligned}$$

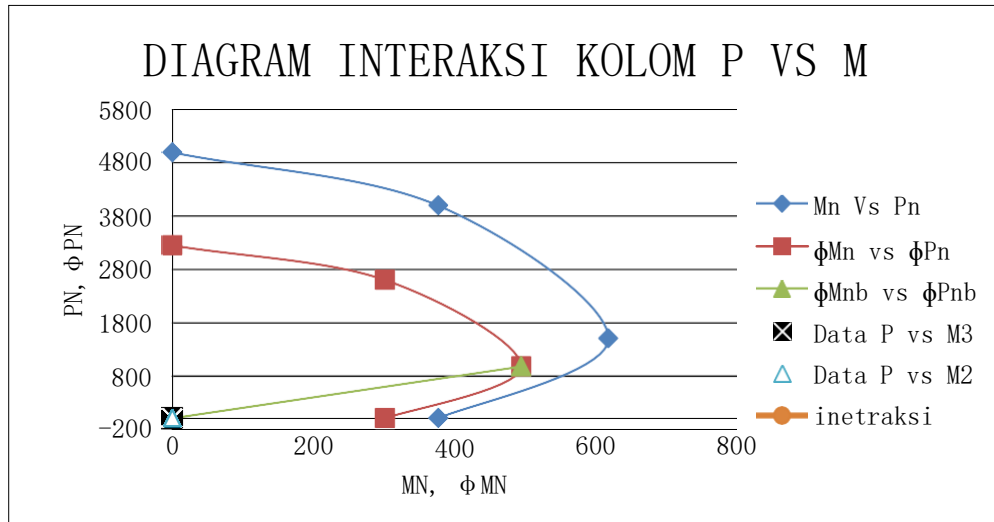
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni ($P=0$)

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

$$M_n = 376,0675689 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 300,854055 \text{ kNm}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
300,854	\geq	283,479	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
2591,705	\geq	683,34	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 16 D-19

6. Kolom L 5

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton	: f_c	= 24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	: f_y	= 240,00 MPa
Faktor Reduksi Geser	: ϕ_s	= 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	= 300 mm
Tinggi Kolom	: h	= 400 mm
Selimut Beton	: d'	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton : d	= $h - d'$	= 370 mm

Tulangan Geser Kolom

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

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Sengkang} : Av &= 2 [1/4 \pi ds^2] \text{ (sengkang 2 kaki)} \\ &= 157,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

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

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 185,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} \quad : V_c &= 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ &= 92,31 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} V_s &= (A_v f_y ds) / s \\ &= 92,99 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom} V_n &= V_c + V_s \\ &= 185,31 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom} V_r &= \phi_s V_n \\ &= 138,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimit Kolom

$$\text{Kuat Geser Ultimit Kolom} \quad : V_u = 66,27 \text{ (dari hasil analisis struktur)}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$138,98 \text{ kN} \geq 66,27 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 – 150

Tulangan Utama Kolom

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

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

$$D = 19 \text{ mm (Diameter Tulangan)}$$

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

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

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

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

$$n.tul = 10 \text{ bh (Jumlah Tulangan)}$$

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

a. Kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

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

$$= 0,85 \times 24,9 (480000 - 6462,256) + 6462,26 \times 420$$

$$= 7505363,677 \text{ N}$$

$$= 3670,611838 \text{ kN}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom ($P_n(\text{max})$)

$$= 0,8 \times P_o$$

$$= 0,8 \times 7505,3637$$

$$= 2936,4895 \text{ kN}$$

Eksentrisitas minimum (e_{min})

$$= 0,1 \times h$$

$$= 0,1 \times 400$$

$$= 40 \text{ mm}$$

c. Kuat tekan rencana kolom $\phi P_n (\text{max})$

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

$$= 0,65 \times 0,8 \times P_o$$

$$= 1908,7182 \text{ kN}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance) Pnb

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+420} \times 370 \\ &= 217,6471 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 217,6471 \\ &= 185 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 1174657,5 \text{ N} \\ &= 1174,6575 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') + A_s \\ &\quad \times f_s (d - y) \\ &= 328715199,5 \text{ Nmm} \\ &= 328,7151995 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\ &= 0,27983919 \text{ m} \\ &= 279,839187 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \times P_{nb} &= 763,5274 \text{ kN} \\ \phi \times M_{nb} &= 262,9722 \text{ kN} \end{aligned}$$

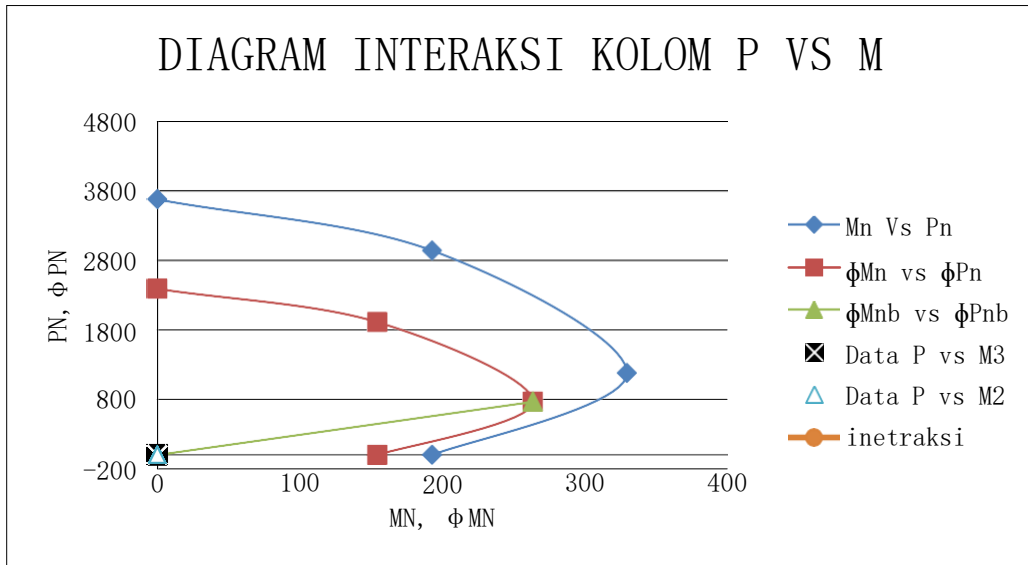
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

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

$$M_n = 192,3014331 \text{ kNm}$$

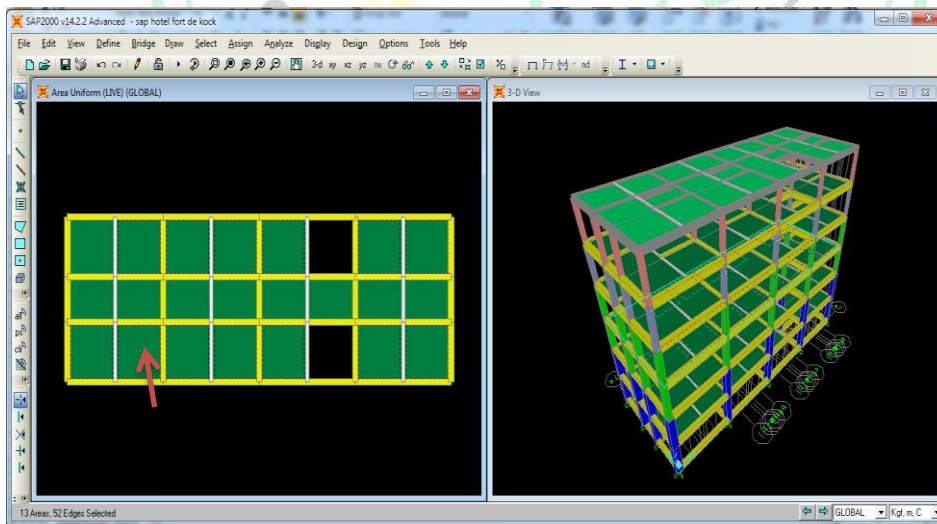
$$\phi M_n = 153,841147 \text{ kN}$$

syarat			
ϕM_n	\geq	M_u	
153,841	\geq	132,7888	... OK !!
ϕP_n	\geq	P_u	
1.908,718	\geq	158,814	... OK !!



Maka tulangan yang dipakai adalah : 10 D-19

4.4.3. Plat Lantai



Gambar 4.11 Penulangan Pelat Lantai

(Sumber: Aplikasi SAP2000)

Beban Mati

Berat Jenis Beton	= 2400 kg/m ³
Tebal Pelat Lantai	= 0,15 m
Lantai granit	= 24 kg/m ²
MEP	= 25 kg/m ²
Spesi per cm tebal	= 21 kg/m ²
Beban dinding	= 250 kg/m ²
Plafond	= 20 kg/m ²

Beban Mati pada Pelat Lantai

Beton	= 2400 kg/m ²
Lantai Keramik	= 24 kg/m ²
MEP	= 25 kg/m ²
Spesi tebal 2 cm	= 42 kg/m ²
Beban dinding	= 250 kg/m ²
Plafond	= 20 kg/m ²
Total	= 2761 kg/m ²
Beban Hidup	= 600 kg/m ²
Beban Ultimit (Qu)	= 1,2 D + 1,6 L = 482,33 kg/m ²
Selimut Beton (d)	= 30 mm
Tebal Plat	= 150 mm
fc'	= 24,9 Mpa
fy	= 420 Mpa
Tulangan Pokok, D	= 10 mm

Tinggi efektif tulangan

$$\begin{aligned} dx &= Tbl \text{ pelat} - se.\text{beton} \times (0,5 \times d) \\ &= 115 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= Tbl \text{ pelat} - se.\text{beton} - d \times (0,5 \times d) \\ &= 105 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Q_u = 7,07 \text{ kg/m}^2$$
















$$= 0,07 \text{ kN/m}^2$$



$$\text{Sisi pendek, } L_x = 4 \text{ m}$$

$$\text{Sisi panjang, } L_y = 7,5 \text{ m}$$

$$L_y/L_x = 1,875$$

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

 = Terletak bebas
 = Terjepit penuh

Gambar 4.12 Momen Pada Pelat

(Sumber : SNI Pembebanan Gedung 1983)

Nilai Koefisien Momen berdasarkan Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang.

$$C_x = 52,50$$

$$C_y = 21,250$$

Momen-momen yang Bekerja pada Pelat

$$\begin{aligned} \text{Mulx} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_x \\ &= 0,058 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muly} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_y \\ &= 0,083 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Perencanaan Tulangan Arah $M_{lx} = - M_{tx}$

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,058 \text{ kNm} \\ M_u/\phi &= 0,073 \text{ kNm} \\ m &= 19,84 \end{aligned}$$

Koefisien Ketahanan (R_n) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$\begin{aligned} R_n &= M_u/\phi * 1000000 / 1000 * D_x^2 \\ &= 0,006 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 0,00333 \\ \rho_b &= 0,0252 \\ \rho_{\max} &= 0,0189 \\ \rho_{\text{aktual}} &= 0,0004 \\ 1.33 * \rho_{\text{aktual}} &= 0,0000 \\ \rho_{\text{pakai}} &= 0,0033 \\ A_s \text{ perlu} &= 383,3333 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 204,7826 \text{ mm}$$

Syarat

$$\begin{aligned} s &\leq 2h && \text{OK} \\ s &\leq 300 && \text{OK} \end{aligned}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (M_n)

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 523,333 \text{ mm}^2 \\ a &= 10,3851 \text{ mm} \\ M_n &= 24.135.680.841.011,10 \text{ kNm} \\ M_u/\phi &= 0,0728 \end{aligned}$$

Syarat : $M_n > M_u/\phi$ Aman

Perencanaan Tulangan Arah Muly = - Muty

$$\begin{aligned} \text{Muly} &= 0,0829 \text{ kNm} \\ \text{Mu}/\phi &= 0,1936 \text{ kNm} \\ m &= 19,8441 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Koefisien Ketahanan (R_n) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = 0,0094 \text{ Mpa}$$

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned} \rho_{\text{min}} &= 0,0033 \\ \rho_b &= 0,0252 \\ \rho_{\text{maks}} &= 0,0189 \\ \rho_{\text{aktual}} &= 0,00001 \\ 1.33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 0,00002 \\ \rho_{\text{pakai}} &= 0,0033 \\ A_s \text{ perlu} &= 350 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 224,2857 \text{ mm}$$

Syarat

$$\begin{aligned} s &\leq 2h && \text{OK} \\ s &\leq 300 && \text{OK} \end{aligned}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (M_n)

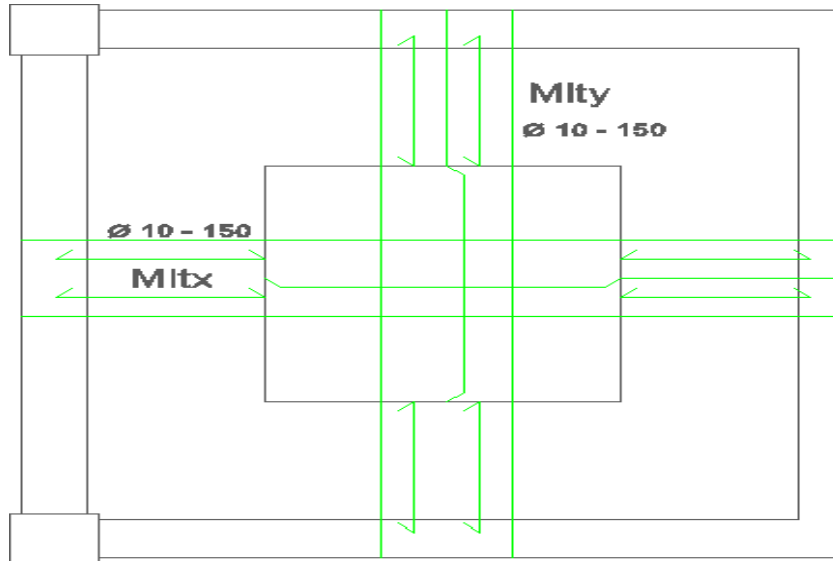
$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 523,3333 \text{ mm}^2 \\ a &= 10,3851 \text{ mm} \\ M_n &= 2,4136E+13 \text{ kNm} \\ \text{Mu}/\phi &= 0,1036 \end{aligned}$$

Syarat : $M_n > M_u/\phi$ Aman

Maka tulangan yang dipakai

$$\text{Arah x} = \text{Ø}10 - 150$$

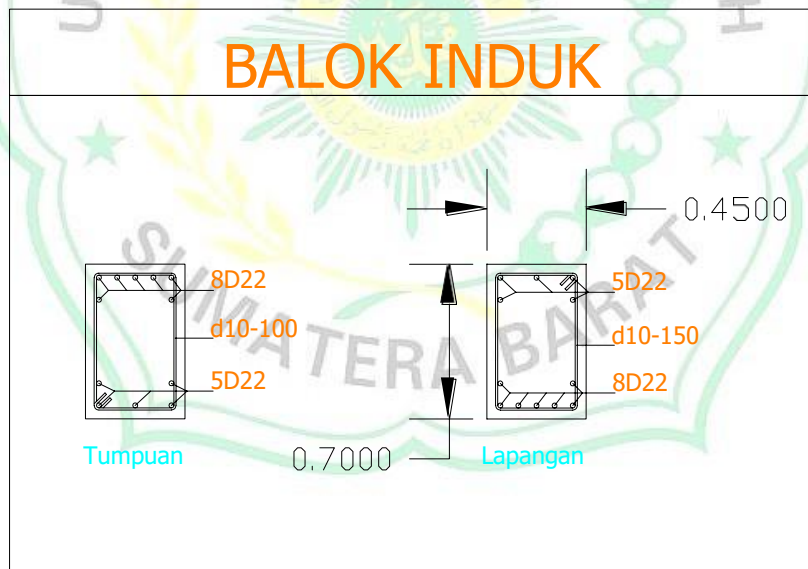
$$\text{Arah y} = \text{Ø}10 - 150$$



Gambar 4.13 Hasil Penulangan Pelat
(Sumber: Autocad)

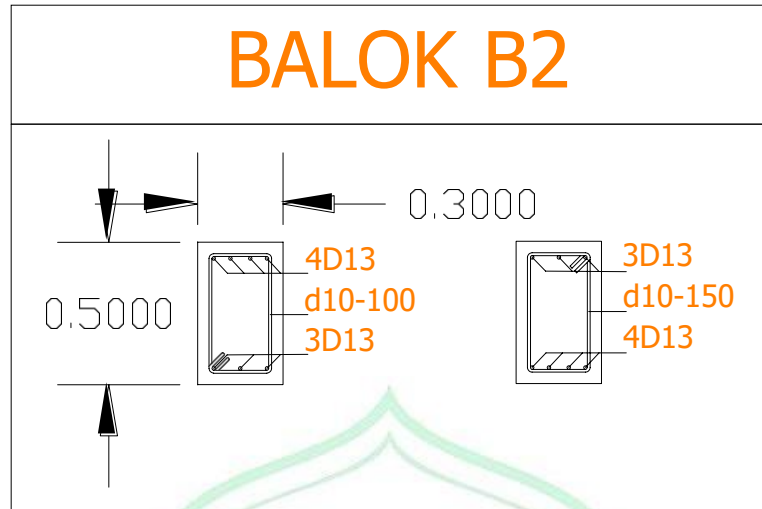
4.5. Rekap Penulangan Balok, Kolom dan Pelat

1. Balok Induk 70cm x 45cm



Gambar 4.14 Penulangan Balok Induk
(Sumber: Autocad)

2. Balok B2 50cm x 30cm



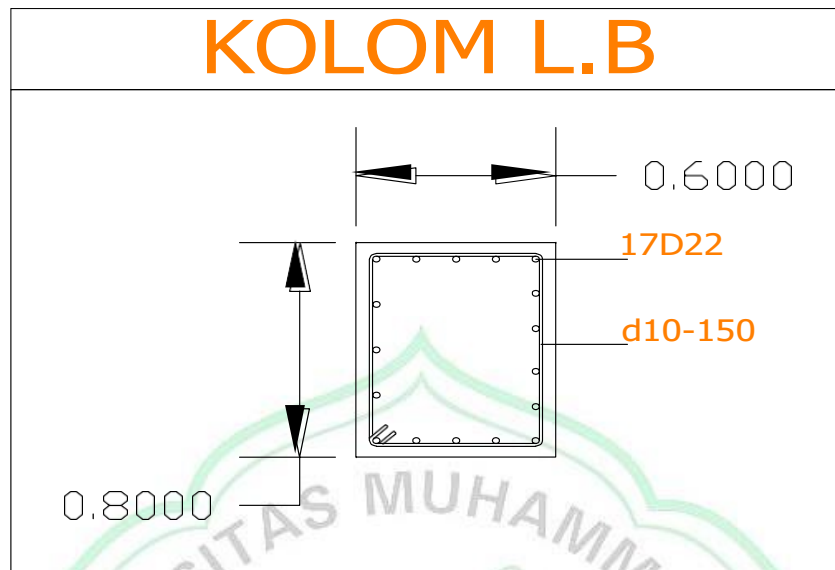
Gambar 4.15 Penulangan Balok B2
(Sumber: Autocad)

3. Balok Anak 45cm x 25cm



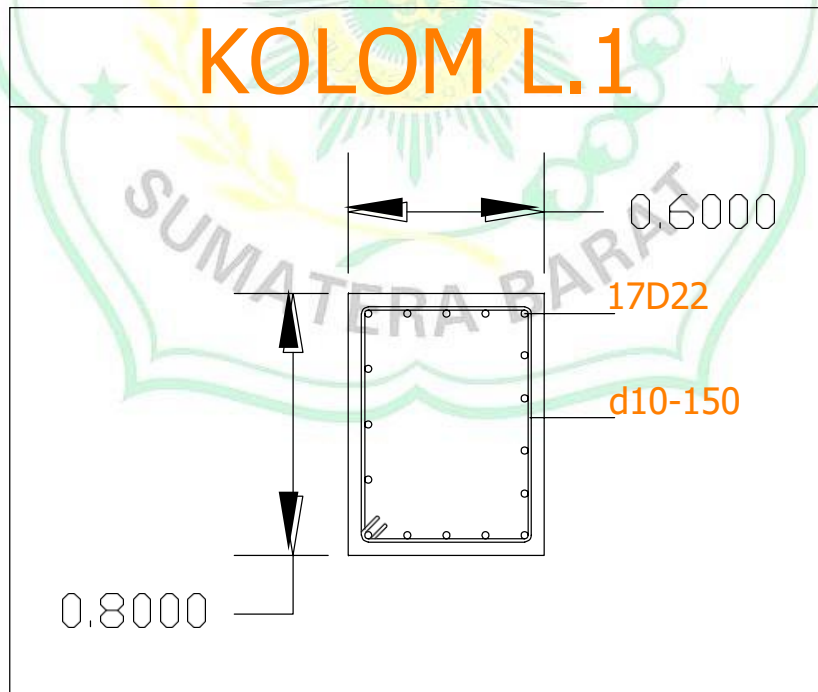
Gambar 4.16 Penulangan Balok Anak
(Sumber: Autocad)

4. Kolom Lantai Basement



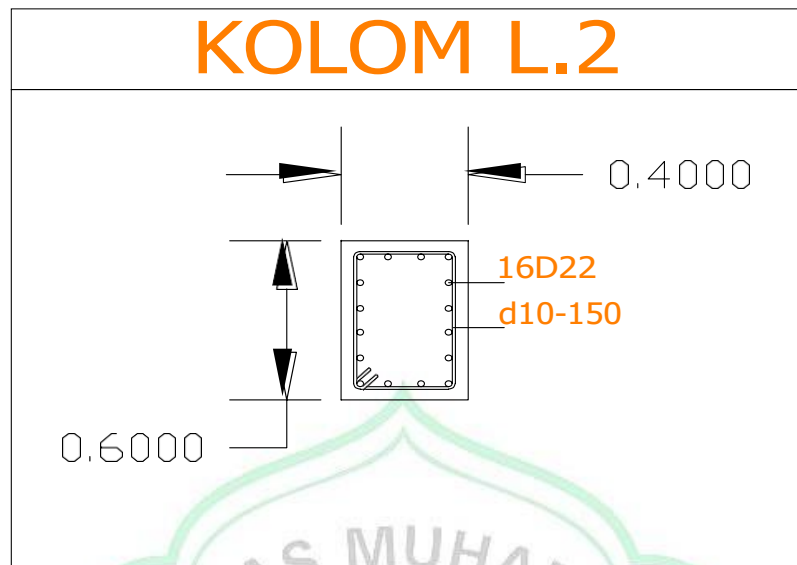
Gambar 4.17 Penulangan Kolom Lantai Basement
(Sumber: Autocad)

5. Kolom Lantai 1



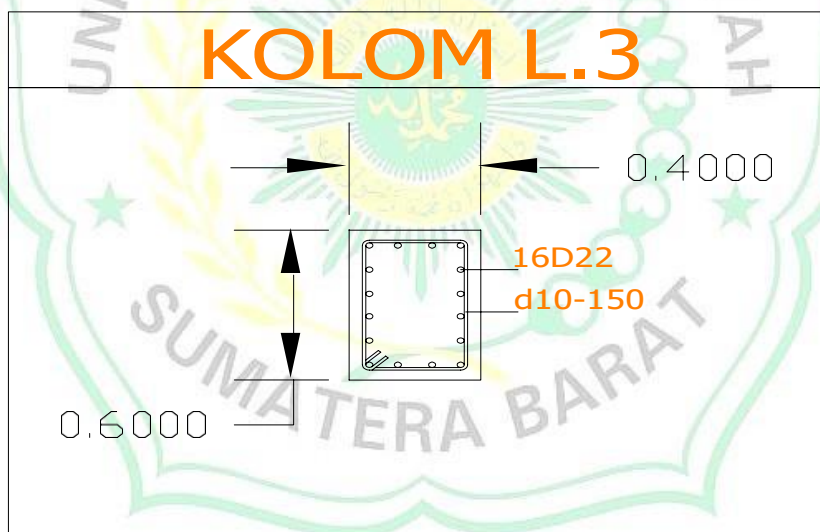
Gambar 4.18 Penulangan Kolom Lantai 1
(Sumber: Autocad)

6. Kolom Lantai 2



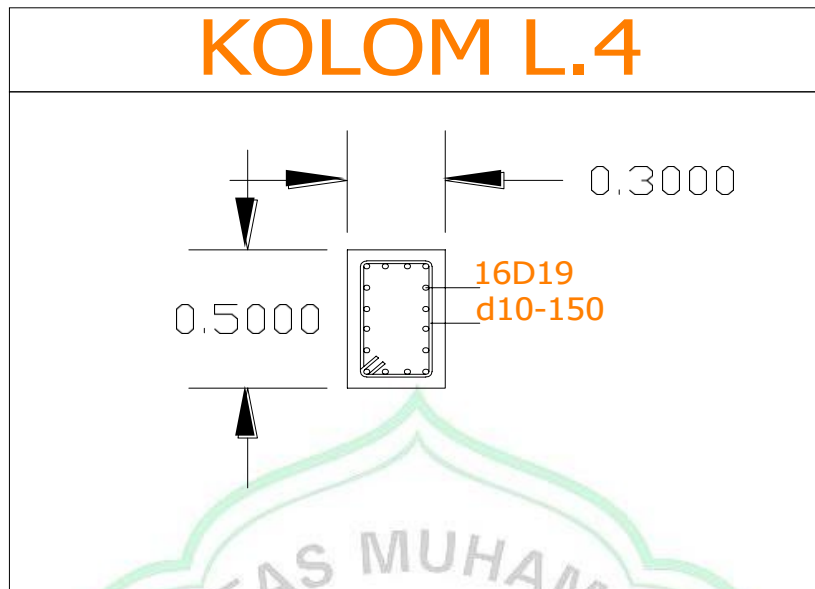
Gambar 4.19 Penulangan Kolom Lantai 2
(Sumber: Autocad)

7. Kolom Lantai 3



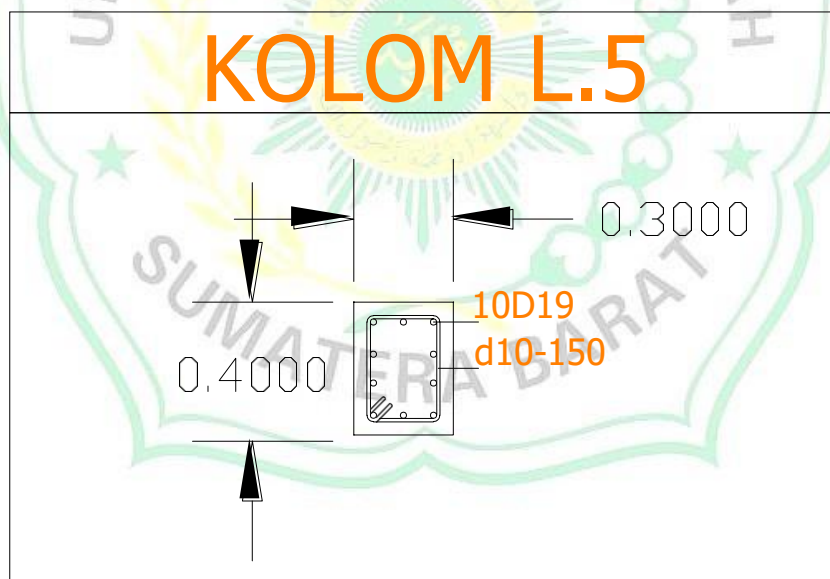
Gambar 4.20 Penulangan Kolom Lantai 3
(Sumber: Autocad)

8. Kolom Lantai 4




Gambar 4.21 Penulangan Kolom Lantai 4
(Sumber: Autocad)

9. Kolom Lantai 5



Gambar 4.22 Penulangan Kolom Lantai 5
(Sumber: Autocad)

10. Pelat Lantai

Penulangan Lantai	
Keterangan	K.1 (40/40cm)
Sketsa Gambar	
Tulangan Atas	Ø 10 - 150
Tulangan bawah	Ø 10 - 150

Gambar 4.23 Penulangan Pelat Lantai
(Sumber: Autocad)



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan struktur atas yang penulis rencanakan pada Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Balok

Tabel 5.1 Dimensi dan Penulangan Balok

No	Nama	Bentang (mm)	h (mm)	b (mm)	Tulangan		Sengkang	
1	Balok induk	7500	700	450	Atas	8 D 22	Tumpuan	Ø 10 - 100
					Bawah	5 D 22	Lapangan	Ø 10 - 150
	Balok B2	4000	500	300	Atas	4 D 13	Tumpuan	Ø 10 - 100
					Bawah	3 D 13	Lapangan	Ø 10 - 150
2	Balok Anak	4000	450	250	Atas	3 D 13	Tumpuan	Ø 10 - 100
					Bawah	2 D 13	Lapangan	Ø 10 - 150

2. Kolom

Tabel 5.2 Dimensi dan Penulangan Kolom

No	Nama	Bentang (mm)	h (mm)	b (mm)	Tulangan	Sengkang
1	Kolom L.B	4500	800	600	17 D 22	Ø 10 - 150
2	Kolom L.1	4000	800	600	17 D 22	Ø 10 - 150
3	Kolom L.2	4000	600	400	16 D 22	Ø 10 - 150
4	Kolom L.3	4000	600	400	16 D 22	Ø 10 - 150
5	Kolom L.4	4000	500	300	16 D 19	Ø 10 - 150
6	Kolom L.5	4000	400	300	10 D 19	Ø 10 - 150

3. Pelat Lantai

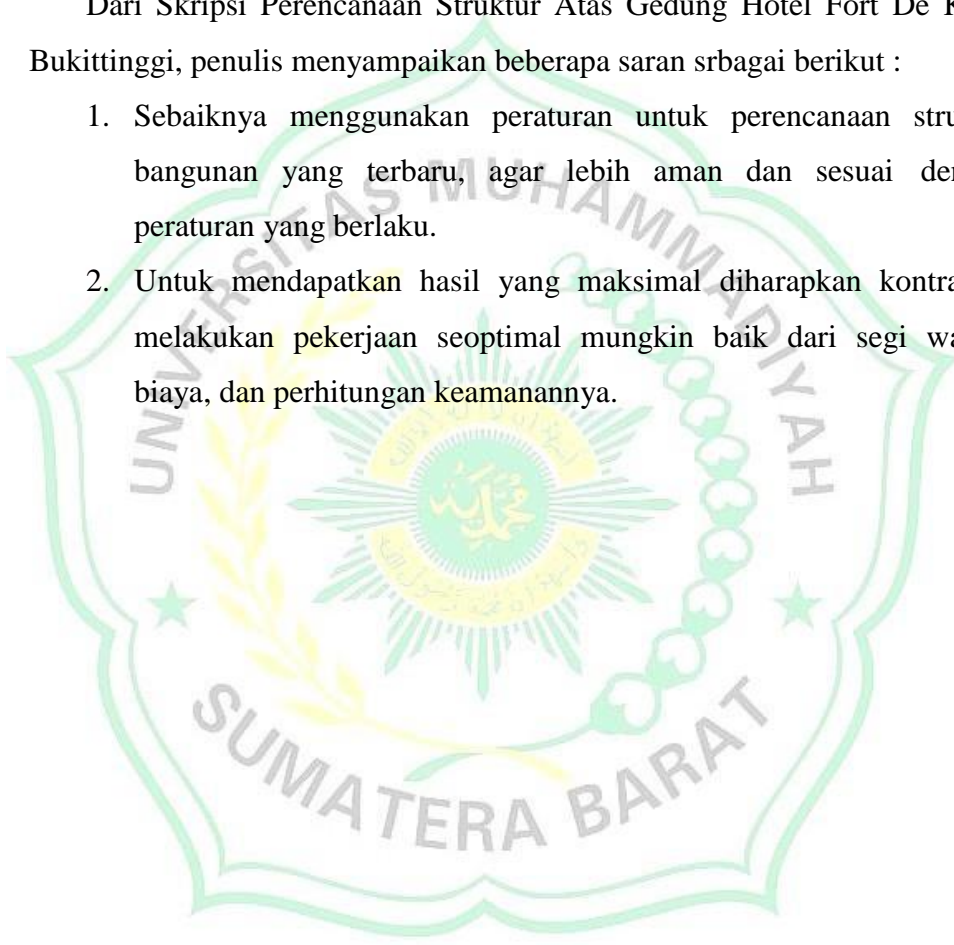
Tabel 5.3 Penulangan Pelat Lantai

Nama	Tinggi (mm)	Tulangan (mm)	
Pelat	150	Arah x	Arah y
Lantai		Ø 10 - 150	Ø 10 - 150

5.2 Saran

Dari Skripsi Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi, penulis menyampaikan beberapa saran srbagai berikut :

1. Sebaiknya menggunakan peraturan untuk perencanaan struktur bangunan yang terbaru, agar lebih aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal diharapkan kontraktor melakukan pekerjaan seoptimal mungkin baik dari segi waktu, biaya, dan perhitungan keamanannya.



DAFTAR PUSATAKA

- Bastian, E. (2018). Pengaruh Jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *RangTeknikJournal*,1(2).
- Bastian, E. Pengaruh Jenis Tulangan terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *Rang Teknik Journal*, 1(2), 271217.
- Mahaendra, Adhitiyo Eka. (2015). Perencanaan Struktur Gedung Hotel persona Jakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 97.
- Nauvaliyanto, Fathur. (2019). Perencanaan Struktur Bangunan Hotel Enam Lantai. 108.
- Palit, Claudia Maria. (2016). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 263.
- Paradipta, Ridho. (2017). Perencanaan Struktur Hotel Grandhika Semarang.
- Bastian, E. (2018). Pengaruh Jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *Rang Teknik Journal*, 1(2).
- PBI., 1971., “Tabel untuk penentuan momen plat”.
- PBI., 1983., “Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung. Beban hidup pada lantai gedung”.
- PPPURG., 1987., “Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung”.
- SNI 03-2847-2013., “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”. Struktur Beton Bertulang, Standar baru SNI 1991-03.
- Hanafi, M. B. (2015). *Perencanaan Struktur Apartemen 5 Lantai+ 1 Basement Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Di Sukoharjo* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Ichwandri, Y. P. (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).
- Wihartono, W. M. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Moren di Jalan Kranggan Semarang* (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata Semarang)

Ichwandri, Y. P. (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).

Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).

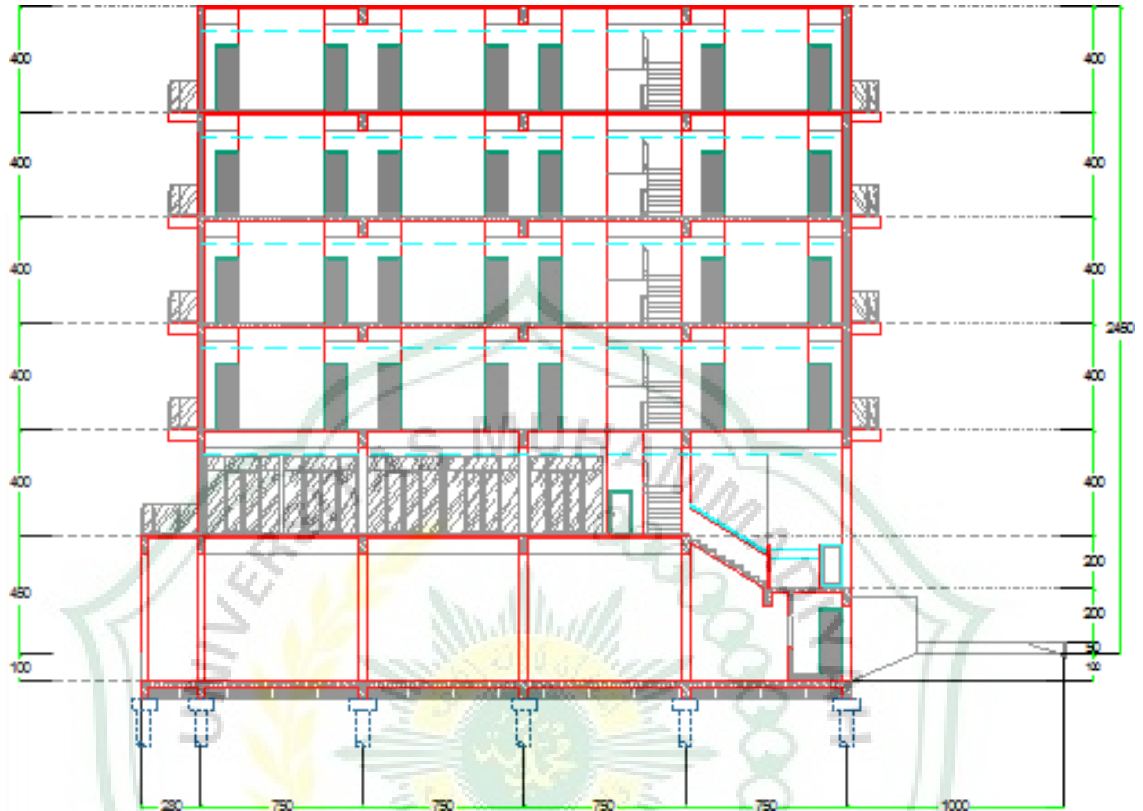
Lisal, I., Taufik, T., & Khadavi, K. (2019). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen

Khusus Dikota Padang. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(2).

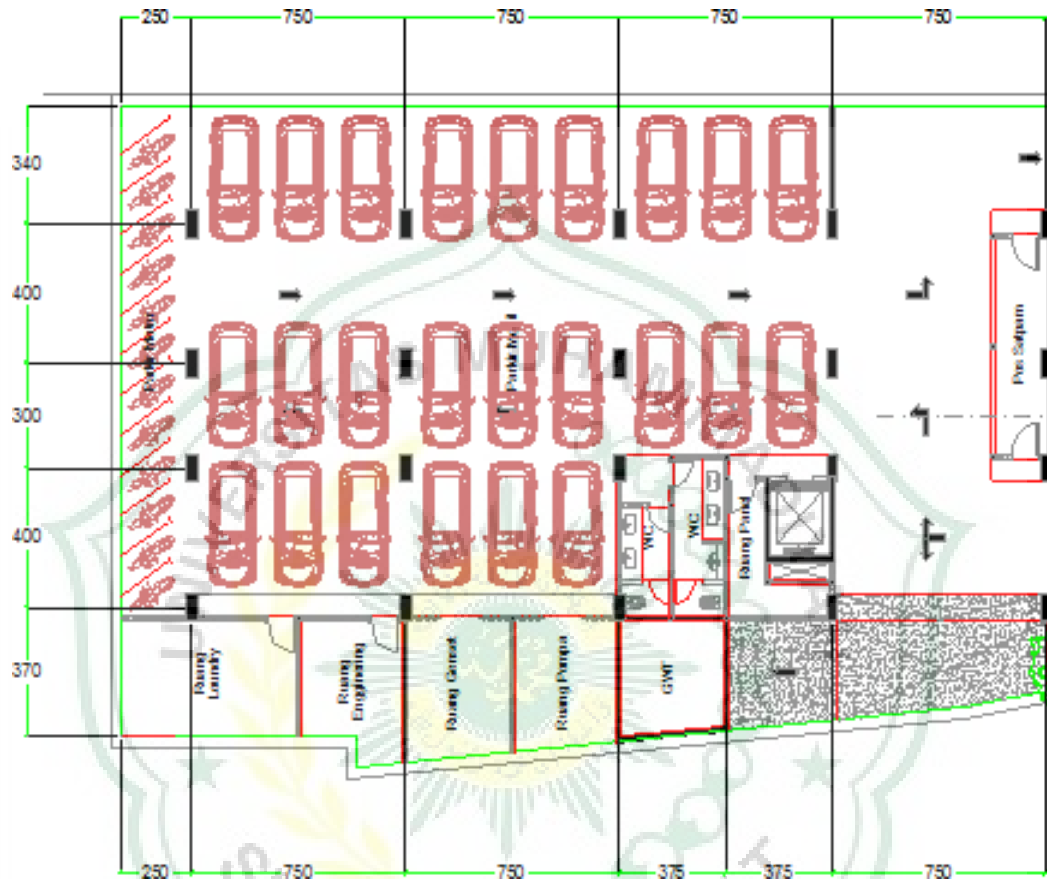
Masril, Mt, 2019. Analisis Perilaku Struktur Atas Gedung Asrama Pusdiklat Ipdn Baso, Bangunan Wing 1 Dengan Beban Gempa Berdasarkan Sni 03-1726-20



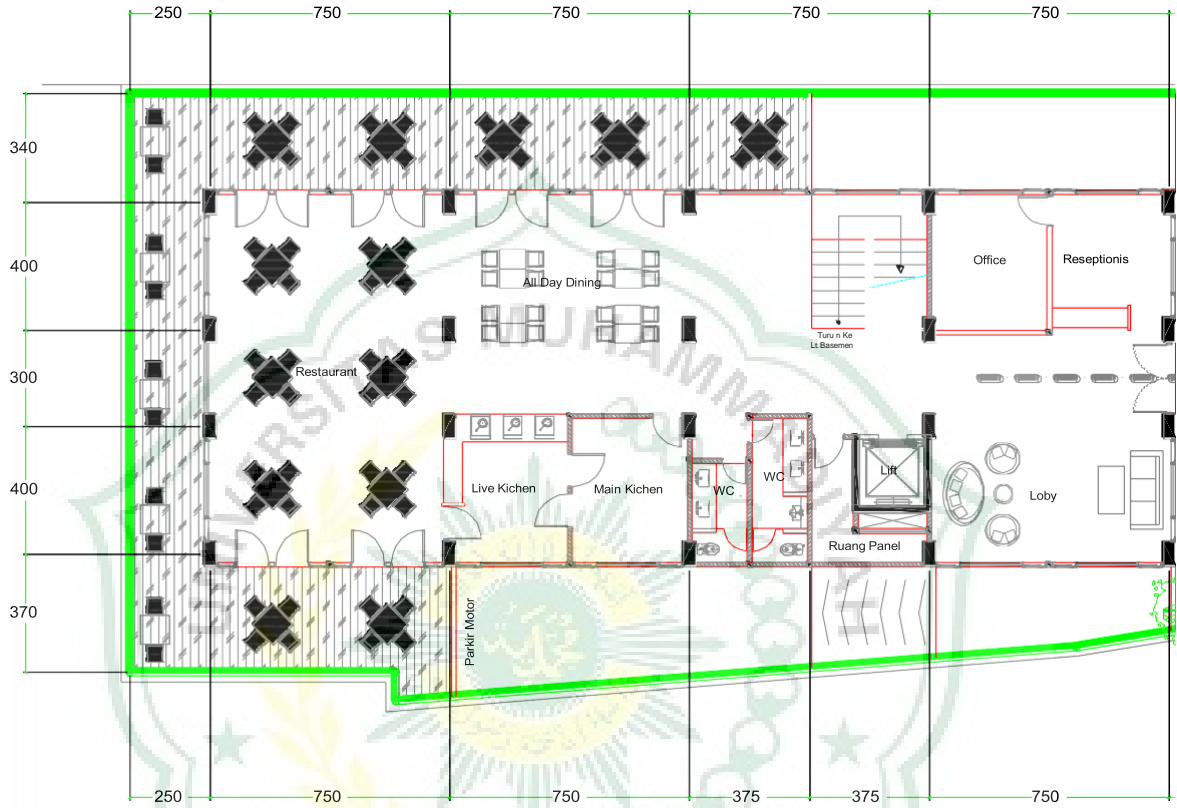
Potongan A-A



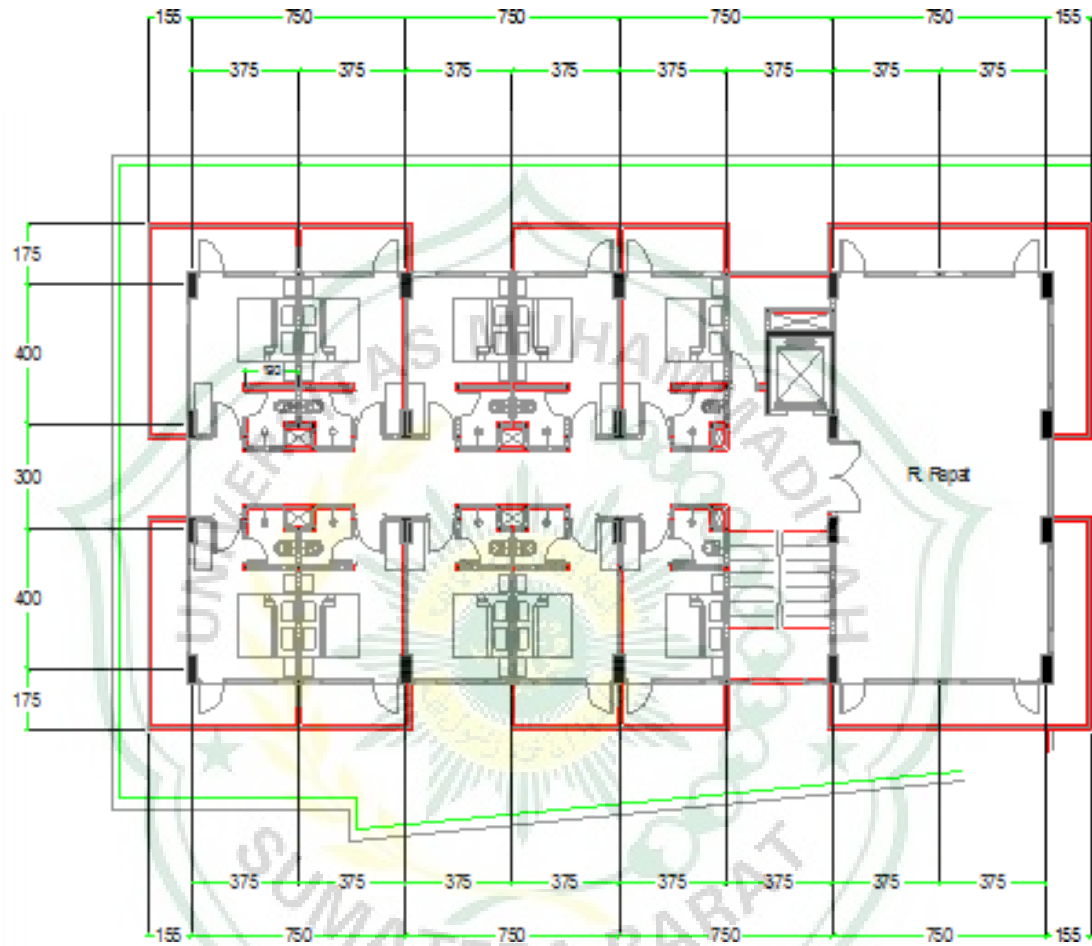
Denah Lantai Basement



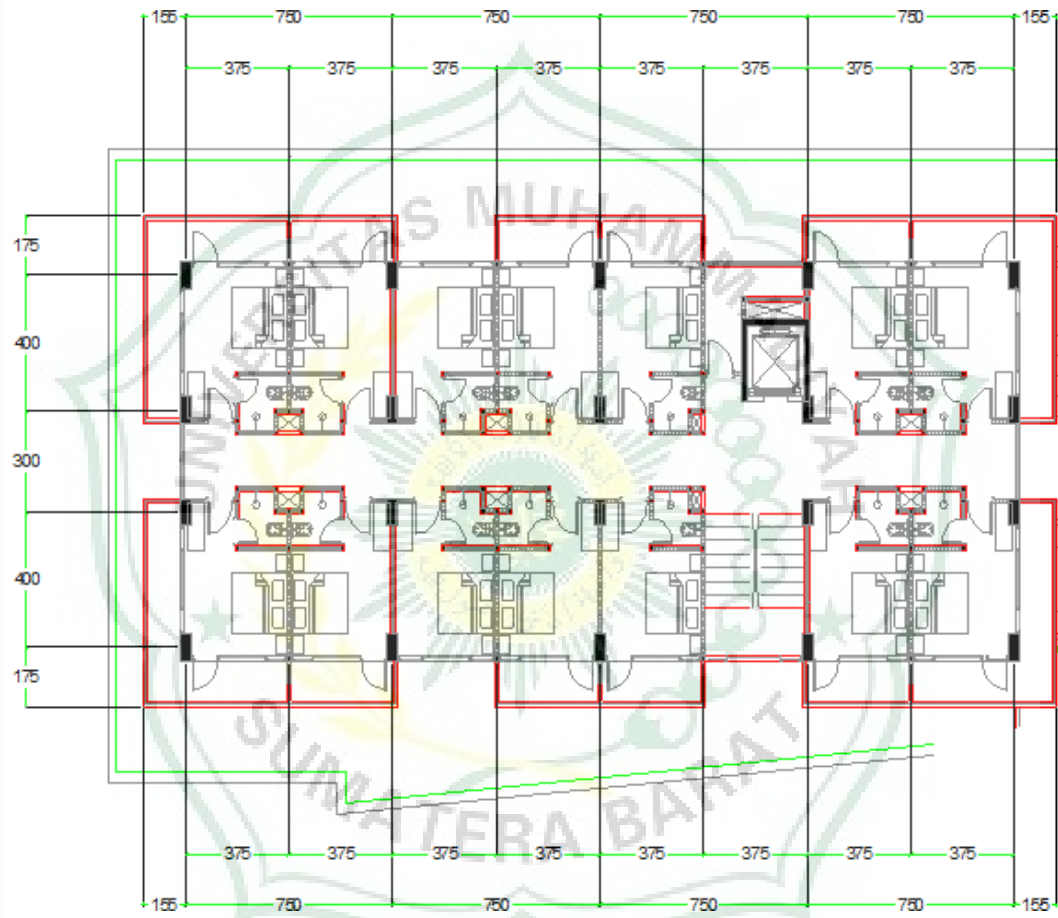
Denah Lantai 1



Denah Lantai 2



Denah Lantai 3,4 dan 5





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi (26131) Telp. (0752) 625737. Hp. 082784029103
 Website: www.umh.ac.id Email: fakultasteknik@umh.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: YULI MADIA
NIM	: 181000222201154
Program Studi	: Teknik Sipil
Pembimbing I	: Ir. Surya Eka Priana, MT, IPP
Pembimbing II	: Febrina Herista, S.T., M.T
Judul	: Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	27/5/22	* Perbaiki yang terforeksi * bimbingan dgn pembimbing II * pahami buku pedoman	(U) [Signature]	
2.	25/6/22	* Perbaiki yg terkoraksi * Lanjut BAB III & IV	(U) [Signature]	
3.	2/7/22	* Perbaiki yg terkoraksi	(U) [Signature]	
4.	14/7/22	* Perbaiki yg terkoraksi * Lengkapi Abstrak, daftar * ACC Seminar Hasil	(U) [Signature]	
5.	15/07/22	- Perbaiki yg terkoraksi - Acc Seminar Hasil		[Signature]
6.	4/9/22	ACC filid	(U) [Signature]	
7.				
8.				
9.				
10.				

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

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik.....

[Signature]
 Helga Hermadoni, S.Pd., M.T

NIDN. 1013098502



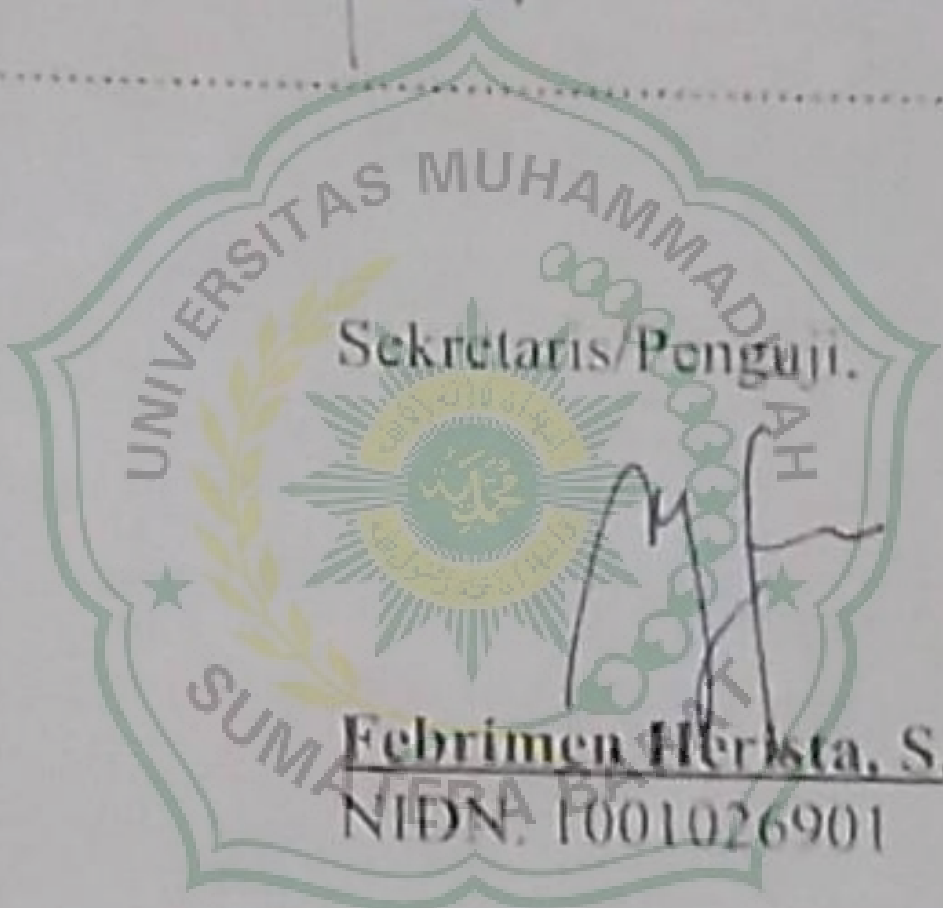
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : Yuli Nadia
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : - Tambalilah Metode pondasi pd bab 3
- Tambalilah Daftar Pustaka

ACC Sidang Komprehensif
22-08-2022



Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN: 1001026901

FAKULTAS TEKNIK

REKOR HASIL TES AKHIR SEMESTER
Tanggal Ujian 19 Agustus 2022

Nama: **Yuli Nadia**
NIM: **202001022001154**
Aspek Materi: **Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Four The Rock (Batas)**
Gedung: **Hotel Skopus**

Handwritten:
Ade / Kompi
21/8/2022



Handwritten signature: **Yuli Nadia**
NIM: **202001022001154**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : Yuli Nadia

NIM : 181000222201154

Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi.

Catatan Perbaikan : *Daftar Perhitungan plat / trasi*
perhitungan, Daftar pustaka Sitasi
Jurnal, Dosen, Daftar pustaka
di tambahkan, dan buktikan, Denah
Pembacaan, Denah, Kolom
perbaikan, Abstrak



Perbaikan gbr plat
Perbaikan Denah Pembacaan
Di perbaiki
Lecturer Sertany Sarifa
AC
22/8-22

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : **Yuli Nadia**
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : * Perbaiki yg terhorohri.
* Cede lagi perhitunganya.



ACC Sidang Akhir
(Signature)
22/8/22

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

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus

Nama : Yuli Nadia
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : * Perbaiki 74 terhitung



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

ACC Jilid

Ir. Surya Eka Priana

4/9/22



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus

Nama : Yuli Nadia
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : - Revisi skripsi yg masih ada tulisan yg lain

ACC Jilid, 28-08-2022



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

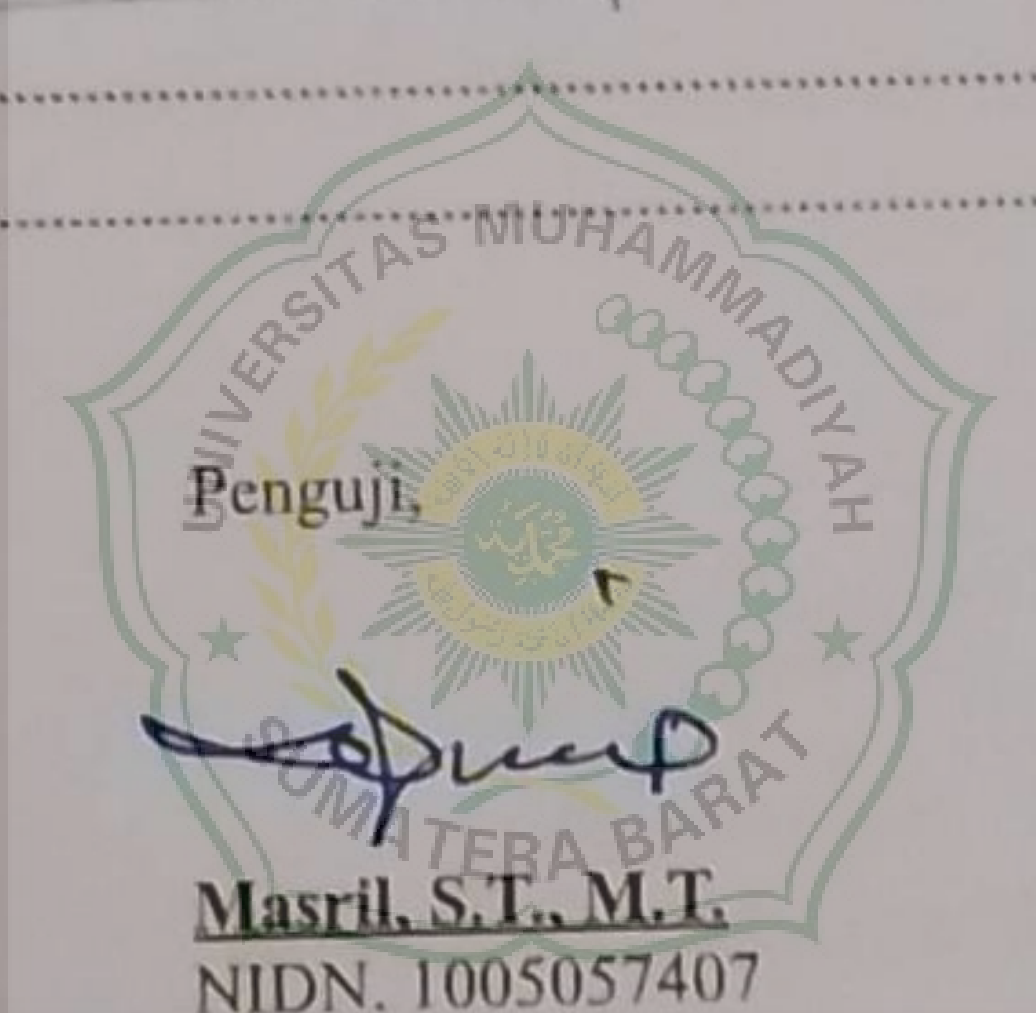
Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737. Hp 082384929103
Website: www.fl.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus

Nama : Yuli Nadia
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : *Call process*

~~.....~~
~~.....~~
~~.....~~
~~.....~~
~~.....~~
~~.....~~



*Acc
28/8/22
P*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

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

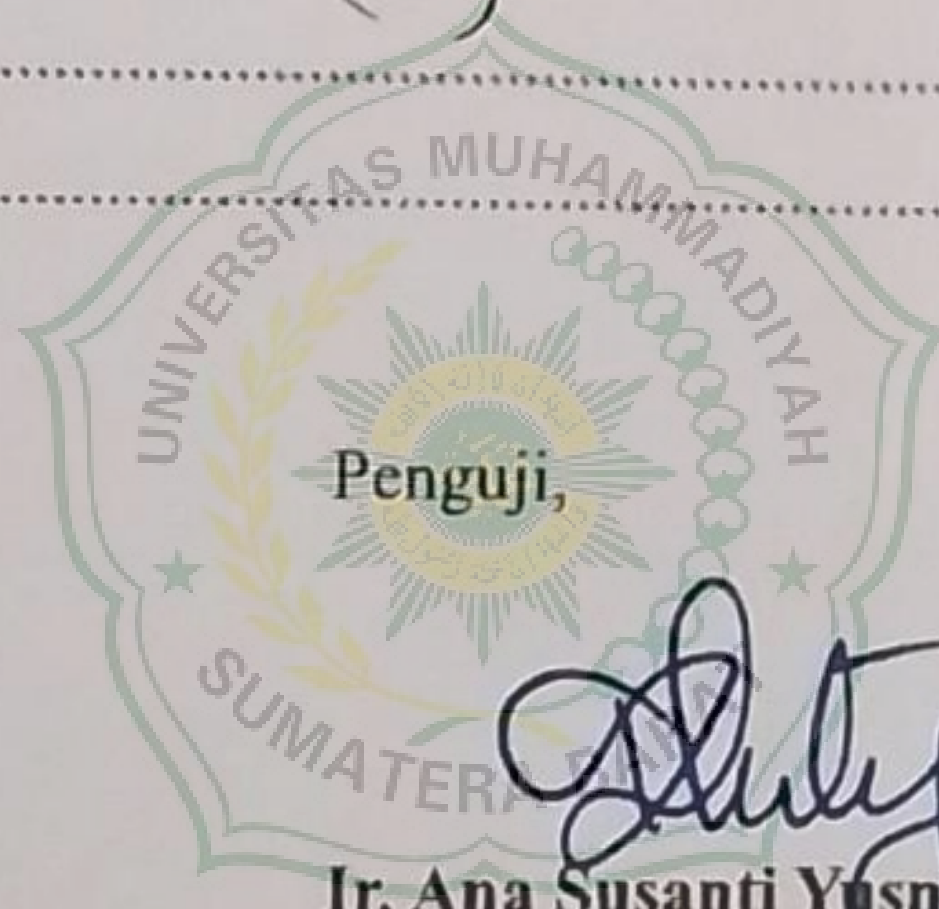
REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus

Nama : **Yuli Nadia**
NIM : 181000222201154
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Fort De Kock Bukittinggi
Catatan Perbaikan : *Belajar kembali ilmu dasar Teknik Sipil*

see y di kirim

28/8/2022



Penguji,

Ana Susanti Yusman

Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.

NIDN. 1017016901