

**ANALISA DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA
PEMBANGUNAN HOTEL HARVES BATU**

SKRIPSI

OLEH

Zanuar Afiludin

NIM : 1121030



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA
PEMBANGUNAN HOTEL HARVES BATU**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyusun Skripsi
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

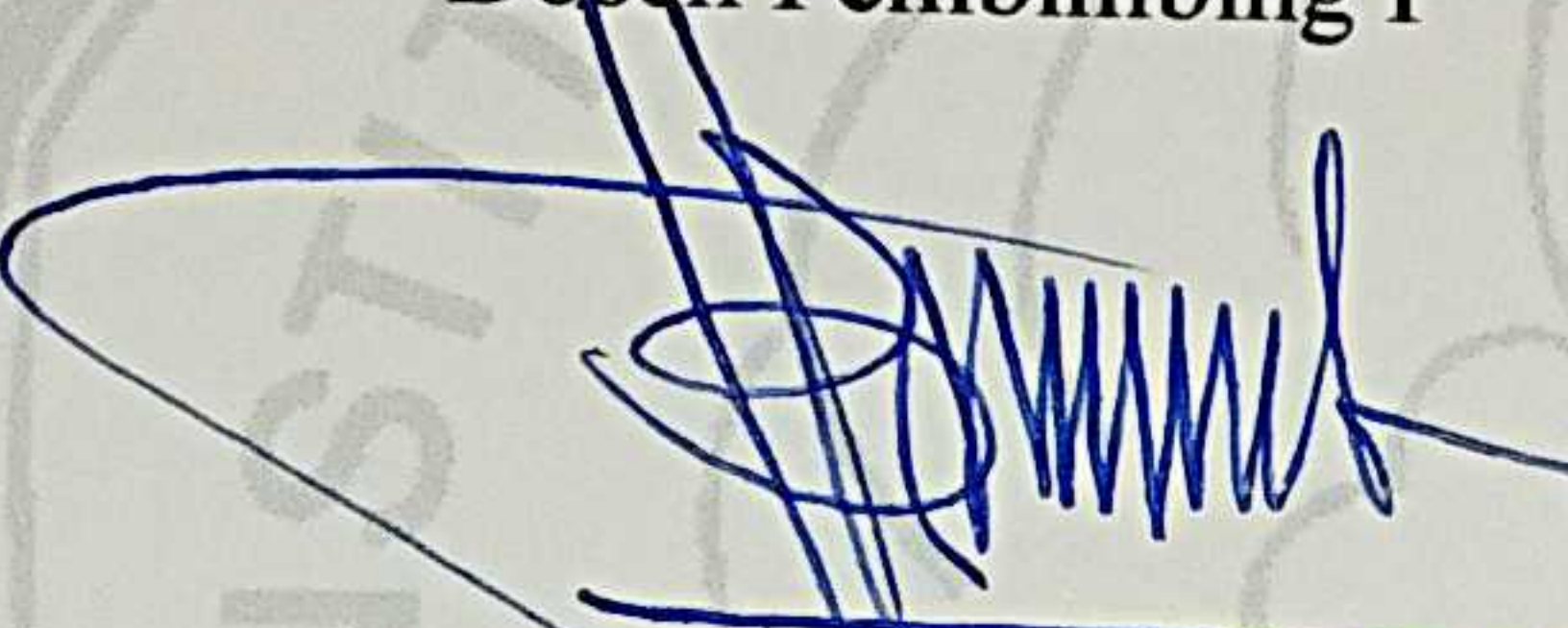
ZANUAR AFILUDIN

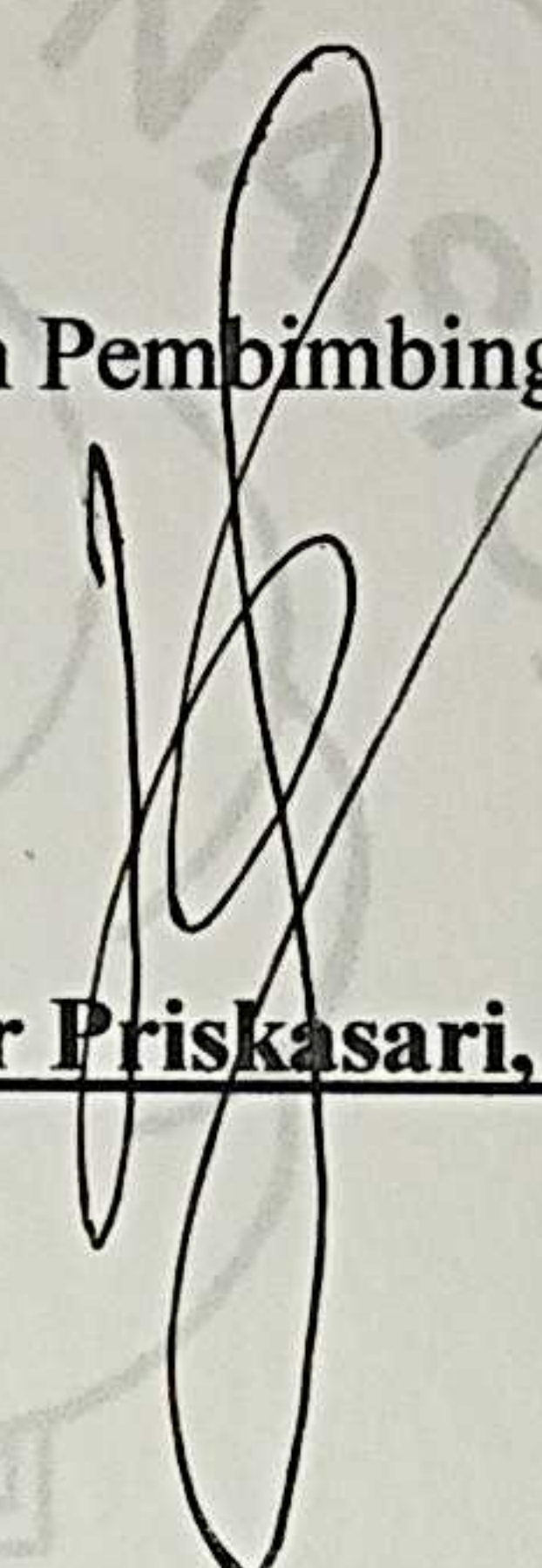
11.21.030

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)


(Ir. Ester Priskasari, MT)

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**



(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2015

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISA DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA PEMBANGUNAN
HOTEL HARVES BATU**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari :

Tanggal :

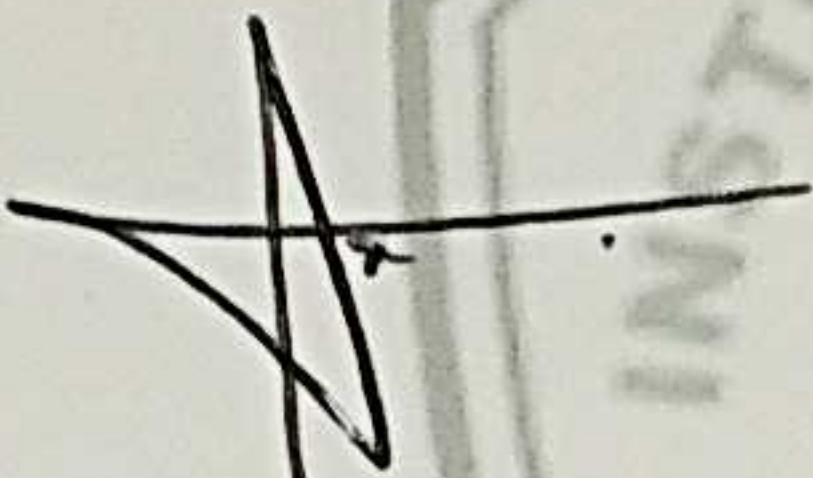
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

**Disusun Oleh :
Zanuar Afiludin
NIM 11.21.030**

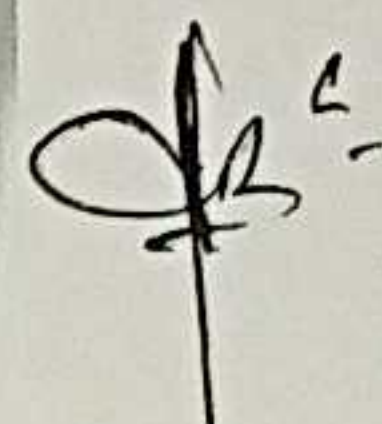
Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

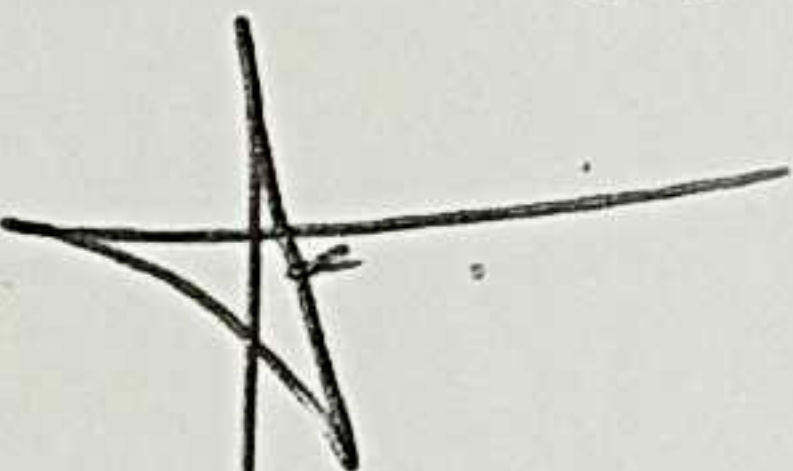
Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT.)

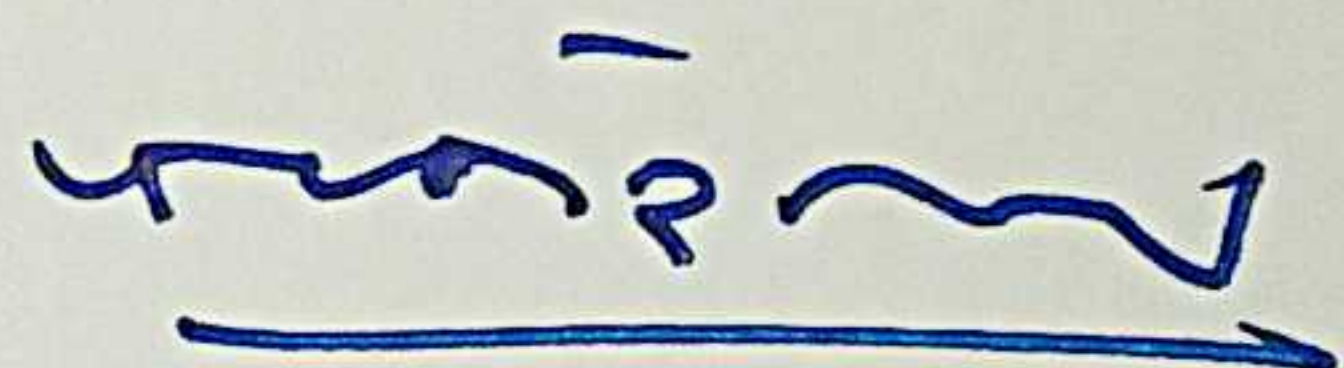
Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Penguji II



(Ir. Sudirman Indra, M.sc)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zanuvar Afiludin.
Nim : 11.21.030
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisa Dinding Geser Dengan Bukaan Pada Pembangunan Hotel Harves Batu benar – benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.



Malang, September 2015

Yang Membuat Pernyataan



(Zanuvar Afiludin)
11.21.030

ABSTRAKSI

ANALISA DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA PEMBANGUNAN HOTEL HARVES BATU. Zanuar Afiludin, 11.21.030.

Program Studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT., Pembimbing II : Ir. Ester Priskasari, MT.

Indonesia adalah negara yang terletak di antara dua lempengan gempa tektonik yang rawan terjadi gempa. Pembangunan infrastruktur sekarang ini harus memenuhi syarat ketahanan terhadap gempa. Struktur yang tahan terhadap gempa harus mampu menahan gaya lateral dan gaya geser yang diakibatkan gempa. Gempa bumi termasuk beban dinamis dimana beban ini memiliki kekuatan yang besar dengan arah yang tidak dapat diprediksi.

Salah satu solusi yang digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi dengan pemasangan dinding geser (*Shearwall*). Dinding geser sebagai komponen struktur vertikal yang terbuat dari dinding beton yang dipasang secara vertikal pada sisi dinding suatu gedung dengan perletakan tertentu yang relatif sangat kaku. Pada penulisan tugas akhir ini dinding geser dengan bukaan yang diletakkan pada sumbu lemah suatu gedung.

Penulisan ini ditujukan untuk menganalisa tulangan longitudinal dan tulangan transversal serta dimensi yang efektif. Dari hasil perhitungan dimensi dinding geser memiliki panjang 760 cm tebal 35 cm. Tulangan longitudinal segmen 1 sampai segmen 7 berjumlah 76 D 22. Sedangkan Tulangan transversal pada segmen 1 direncanakan Ø12 – 100 pada daerah sendi plastis, di luar sendi plastis Ø12 – 120, dan pada sambungan Ø12 – 60.

Kata Kunci : Tahan Gempa, dinding geser, tulangan longitudinal ,tulangan transversal

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw. Hanya atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Analisis perencanaan dinding geser dengan bukaan pada pembangunan hotel harvers Batu”** dengan baik.

Atas terselesaikannya penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan FTSP bapak Ir. Sudirman Indra, MT.
2. Kepala Program Studi Teknik Sipil bapak Ir. A. Agus Santosa, MT.
3. Sekretaris Program Studi Teknik Sipil ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT
4. Dosen Pembimbing I Laporan Skripsi Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
5. Dosen Pembimbing II Laporan Skripsi Ibu Ir. Ester Priskasari, MT.
6. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan

Malang, 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.5. Batasan Masalah	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Konsep Dasar Perencanaan Struktur.....	5
2.2. Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik.....	6
2.3. Perencanaan Terhadap Beban Gempa.....	8

2.4. Dinding Geser	17
2.4.1. Dinding Geser Berdasarkan Bentuk.....	17
2.4.2. Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya	19
2.5. Perencanaan Dinding Geser Dengan Bukaan	22
2.5.1. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial	23
2.5.2. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Gaya Geser	27
2.6. Rencana Pembebanan.....	30
2.7. Bagan Alir	32

BAB III PERHITUNGAN PEMBEBANAN DINDING GESER

3.1. Data Bangunan	33
3.2. Mutu Bahan yang Digunakan.....	33
3.3. Data Pembebanan.....	34
3.3.1. Data Beban Mati	34
3.3.2. Data Beban Hidup	34
3.4. Data Gambar Struktur	35
3.5. Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser	36
3.5.1. Dimensi Kolom.....	36
3.5.2. Dimensi Balok.....	36
3.5.3. Pendimensian Dinding Geser	36
3.6. Pembebanan	40

3.7. Pembebanan Gempa.....	43
3.8. Perhitungan Beban Gempa.....	46
3.9. Perhitungan Balok T dan Balok L.....	56
3.10. Analisa Statika pada STAAD PRO.....	62

BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

4.1. Perhitungan Penulangan Dinding Geser pada Segmen 1.....	66
4.1.1. Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X	66
4.1.2. Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z	73
4.1.3. Penulangan Horizontal pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X	76
4.1.4. Penulangan Horizontal pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z	77
4.1.5. Panjang Sambungan lewatan Tulangan Vertikal	79
4.2. Perhitungan Penulangan Dinding Geser pada Segmen 1.....	80
4.2.1. Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah X	81
4.2.2. Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z	88
4.2.3. Penulangan Horizontal pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah X	91

4.2.4. Penulangan Horizontal pada Segmen 2 Ditinjau dari	
Arah Z	92
4. 2.5. Panjang Sambungan lewatan Tulangan Vertikal	95

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	97
5.2. Saran.....	98

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Koefisien Situs Fa Berdasarkan Parameter Percepatan Spektral Desain pada Periode Pendek	11
2.2 Koefisien Situs Fv Berdasarkan Parameter Percepatan Spektral Desain pada Periode 1 Detik	12
2.3 Faktor R, C_d , Ω_0	14
2.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa.....	15
2.5 Faktor Keutamaan Gempa	16
3.1 Klasifikasi Situs	47
3.2 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	49
3.3 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik	50
3.4 Koefisien untuk Batas atas pada periode yang dihitung	51
3.5 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x	51
3.6 Momen dan Gaya Geser Maksimum.....	65
4.1 Luas Tulangan pada Masing – Masing Serat pada Segmen 1	67
4.2 Jarak Masing – Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas pada Segmen1	67
4.3 Jarak Masing – Masing Tulangan Terhadap Tengah – Tengah Penampang pada Segmen 1	67
4.4 Regangan pada Segmen 1	68
4.5 Tegangan pada Segmen 1	69
4.6 Tegangan yang Dipakai pada Segmen 1.....	69
4.7 Gaya – gaya yang bekerja pada Elemen Dinding Geser pada Segmen 1	70
4.8 Momen Nominal pada Segmen 1	71
4.9 Luas Tulangan pada Masing – Masing Serat pada Segmen 2	82
4.10 Jarak Masing – Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas pada Segmen 2	82

4.11 Jarak Masing – Masing Tulangan Terhadap Tengah – Tengah Penampang pada Segmen 2	82
4.12 Regangan pada Segmen 2	83
4.13 Tegangan pada Segmen 2	84
4.14 Tegangan yang Dipakai pada Segmen 2	84
4.15 Gaya – gaya yang bekerja pada Elemen Dinding Geser pada Segmen 2.....	85
4.16 Momen Nominal pada Segmen 2.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Respons Spektra Percepatan 0.2 detik (S_s) di Batuan Dasar (S_B)	9
Gambar 2.2. Peta Respons Spektra Percepatan 1 detik (S_s) di Batuan Dasar (S_B)	10
Gambar 2.3. Respon Spektrum Desain	12
Gambar 2.4. Tata Letak Dinding Geser	18
Gambar 2.5. Bentuk dinding Geser	18
Gambar 2.6. Dinding Geser Dengan Bukaan.....	20
Gambar 2.7. Dinding Geser Berangkai	21
Gambar 2.8. Dinding Geser Kantilever	21
Gambar 2.9. Pembatasan Dimensi Dinding Geser.....	22
Gambar 2.10. Perletakkan Dinding Geser (tampak depan)	22
Gambar 2.11. Diagram Tegangan dan Regangan	25
Gambar 3.1. Perletakkan Dinding Geser (pada Denah)	35
Gambar 3.2. Perletakkan Dinding Geser (tampak depan).....	35
Gambar 3.3. Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser	36
Gambar 3.4. Denah Balok dan Kolom	39
Gambar 3.5. Pembagian Berat Perlantai Bangunan	45
Gambar 3.6. Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Batu	46
Gambar 3.7. Perletakkan Balok T dan Balok L	56
Gambar 3.8. Pembagian Segmen pada Dinding Geser	64
Gambar 4.1. Diagram Tegangan dan Regangan Arah X Penulangan Longitudinal Pada segmen 1.....	72
Gambar 4.2. Diagram Tegangan dan Regangan Arah Z Penulangan Longitudinal Pada segmen 1.....	75

Gambar 4.3. Desain Tulangan Transversal Pada Segmen 1	80
Gambar 4.4. Diagram Tegangan dan Regangan Arah Z Penulangan Longitudinal Pada segmen 2.....	87
Gambar 4.5. Diagram Tegangan dan Regangan Arah X Penulangan Longitudinal Pada segmen 2.....	90
Gambar 4.6. Desain Tulangan Transversal Pada Segmen 2	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk tiap tahun khususnya wilayah perkotaan, mengakibatkan meningkat pula kebutuhan tempat tinggal sementara maupun tempat tinggal yang ditempati selamanya, seperti apartemen, rumah susun, dan hotel. Dengan semakin minimnya lahan di kota – kota besar maka alternatif pilihan yang paling tepat adalah membangun gedung bertingkat.

Perencanaan struktur suatu bangunan terbagi menjadi 2 bagian yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Perencanaan struktur atas meliputi perencanaan balok, kolom, plat lantai, rangka atap yang telah direncanakan sedemikian rupa agar memenuhi kriteria yang telah ditentukan dari segi ekonomi dan pastinya harus aman. Dalam perencanaan suatu gedung bertingkat hal yang paling penting dan harus direncanakan dengan matang adalah keamanan gedung tersebut untuk ditempati selain dalam hal keindahan dan tata ruang sesuai kebutuhan atau fungsi gedung tersebut. Terlebih dengan berkembangnya teknologi dibidang teknik sipil maka tingkat keamanan gedung tersebut dituntut harus mampu menghadapi bahaya gempa. Mengingat Indonesia terletak diantara tiga lempeng bumi yang aktif, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Indo–Australia, dan lempeng Eurasia, oleh sebab itu pembangunan infrastruktur di Indonesia harus memenuhi persyaratan ketahanan terhadap gempa.

Dengan permasalahan–permasalahan tersebut maka dalam merencanakan gedung bertingkat ini menggunakan dinding geser (*shear wall*) yang berfungsi untuk menahan beban akibat gempa. Dinding geser didefinisikan sebagai komponen struktur vertikal yang terbuat dari dinding beton yang dipasang secara vertikal pada sisi dinding suatu gedung dengan perletakan tertentu yang relatif sangat kaku. Dinding geser (*shear wall*) sering diaplikasikan pada gedung – gedung bertingkat tinggi agar bisa menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa. Penempatan pintu dan jendela juga harus dipertimbangkan agar tidak mengganggu perletakan dinding geser, karena lubang pada dinding geser yang diakibatkan pintu dan jendela mempengaruhi kekuatan dinding geser.

Oleh sebab itu, pada penulisan tugas akhir ini penulis akan mencoba menganalisa dinding geser dengan alternatif perletakan dinding geser pada sumbu lemah perhitungan dinding geser dengan bukaan. Sehingga pada perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat ini mampu menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa, dengan judul “ANALISA DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA PEMBANGUNAN HOTEL HARVES BATU”.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan pada pembangunan gedung bertingkat maka analisa ini di maksudkan untuk mengetahui kekuatan dinding geser dengan beberapa bukaan atau lubang pada beberapa bagiannya dan perlu ditinjau kekuatan dinding geser tersebut, karena lubang atau bukaan pada dinding geser tersebut akan mempengaruhi kekuatannya.

1.3. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini :

1. Berapa dimensi dinding geser yang dibutuhkan?
2. Berapa tulangan yang dibutuhkan pada penulangan longitudinal pada dinding geser?
3. Berapa tulangan yang dibutuhkan pada penulangan trasversal dinding geser dengan bukaan?
4. Bagaimana gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal pada dinding geser dengan bukaan?

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh data dimensi dinding geser yang dibutuhkan pada perencanaan.
2. Merencanakan penulangan longitudinal pada dinding geser.
3. Merencanakan tulangan geser pada dinding geser.

4. Memperoleh gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal pada dinding geser dengan bukaan?

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk membatasi penyimpangan pembahasan pada perencanaan dinding geser yang dikhususkan adalah dinding geser dengan bukaan. Batasan – batasan yang di pakai ialah :

1. Menghitung dimensi dinding geser.
2. Analisa perencanaan penulangan longitudinal.
3. Analisa perencanaan penulangan transversal.
4. Gambar penulangan longitudinal dan penulangan tranversal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur

Dalam perencanaan struktur konstruksi suatu bangunan, perlu diperhatikan konsep desain untuk pemilihan elemen baik secara struktural maupun fungsional. Dalam perencanaan kali ini di tinjau perencanaan konsep desain untuk bangunan tahan gempa.

Perencanaan bangunan tahan gempa ialah bangunan yang dirancang untuk tahan dan tetap berdiri ketika terjadi gempa yang besar walaupun nantinya sedikit terdapat kerusakan pada beberapa bagian bangunan sesuai falsafah perencanaan gedung tahan gempa. Perencanaan suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah memenuhi falsafah perencanaan gedung tahan gempa, yaitu:

- Bangunan dapat menahan gempa bumi kecil atau ringan tanpa mengalami kerusakan.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi sedang tanpa kerusakan yang berarti pada struktur utama walaupun ada kerusakan pada struktur sekunder.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi kuat tanpa mengalami keruntuhan total bangunan, walaupun bagian struktur utama sudah mengalami kerusakan (Teruna,2007)

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur

gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik memasuki inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu selisih energi beban gempa harus mampu disebarkan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk deformasi.

2.2. Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik

Sistem struktur Penahan Gaya Seismik secara umum dapat dibedakan atas Sistem Rangka Pemikul Momen(SRPM), Sistem Dinding Struktural (SDS), dan Sistem Ganda (gabungan SRPM dan SDS).

1. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan pasal – pasal SNI 2847-2013 tentang *“persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”*. Sistem rangka ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan di daerah dengan resiko gempa yang rendah (zona 1 dan 2).
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah(SRPMM), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat SNI 2847-2013. Sistem ini memiliki daktilitas sedang dan cocok digunakan di zona 1 hingga 4
- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus(SRPMK), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat sesuai

dengan SNI 2847-2013. Sistem ini memiliki daktilitas penuh dan cocok digunakan di zona 1 dan 2.

2. Sistem Dinding Struktural (SDS)

- a. Sistem Dinding Struktural Biasa (SDSB), suatu dinding struktural yang memenuhi ketentuan SNI-2847-2013 tentang “*persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*”. Dinding ini memiliki tingkat daktilitas terbatas dan cocok digunakan di zona gempa 1 hingga 4.
- b. Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK), suatu dinding struktural yang selain memenuhi ketentuan untuk dinding struktural biasa. Sistem ini pada prinsipnya memiliki tingkat daktilitas penuh dan digunakan pada zona gempa 5 dan 6.

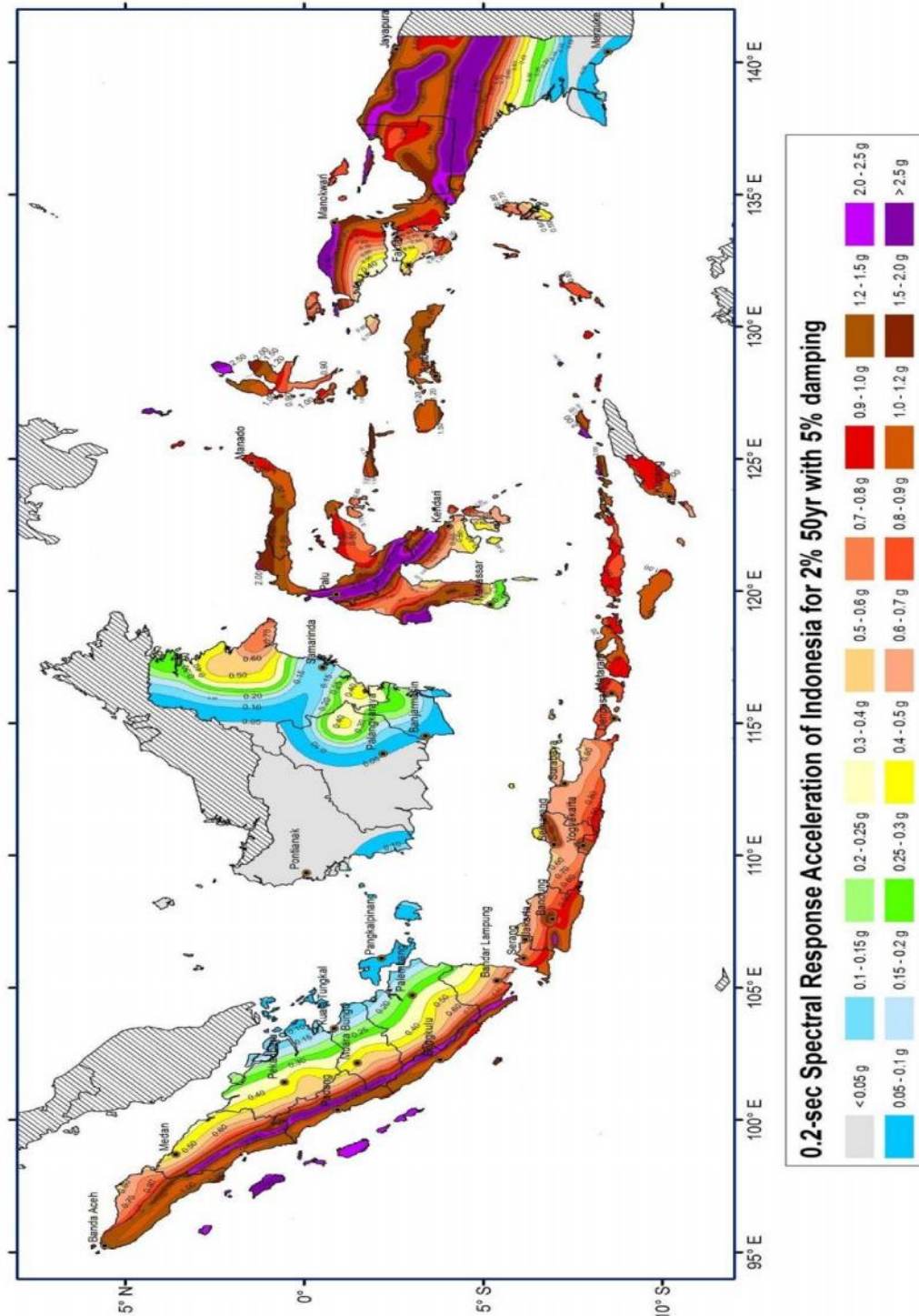
3. Sistem Ganda

Sistem ini terdiri dari sistem rangka yang digabung dengan sistem dinding struktural. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen berfungsi memikul beban gravitasi. Sesuai tabel 9 di SNI 1726-2012 pasal 7.2.2, pasal 7.2.3 dan pasal 7.2.4. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur.

2.3 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa

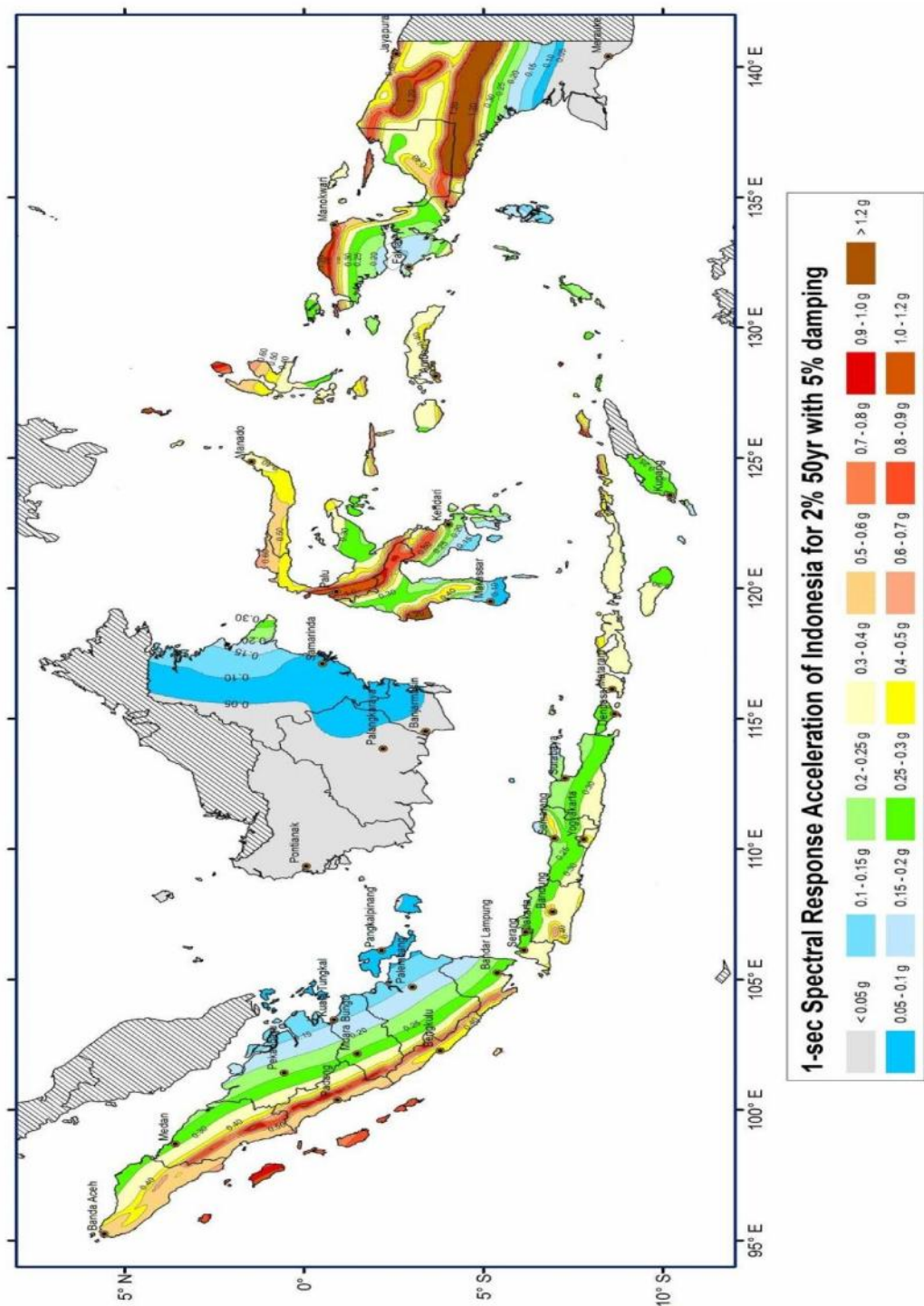
Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% pada setiap tingkat. (*Pasal 7.2.5.8 SNI 03-1726-2012*)

Pada SNI 03-1726-2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta – Peta yang tersedia ini meliputi Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) yaitu parameter – parameter gerak tanah S_S dan S_1 , kelas situs S_B . S_S adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCE_R risiko-tertarget pada periode pendek. S_1 adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCE_R risiko-tertarget pada periode 1 detik.



Sumber : SNI 1726 – 2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung (pasal 14)

Gambar 2.1 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B)



Sumber : SNI 1726 – 2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung (pasal 14)

Gambar 2.2 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S_1) di batuan dasar (S_B)

Parameter percepatan spektral desain pada periode pendek maupun pada periode 1 detik dapat di tentukkan menggunakan rumus berikut

$$S_{DS} = 2/3 F_a \cdot S_s$$

$$S_{D1} = 2/3 F_v \cdot S_1$$

Dimana : S_{DS} = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

S_{D1} = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik.

F_a = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spectral desain pada periode pendek.(Tabel 2.1)

F_v = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spectral desain pada 1 detik.(Tabel 2.2)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T=0,2 detik, S_s				
	S_s 0,25	S_s 0,5	S_s 0,75	S_s 1,0	S_s 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

CATATAN:

(a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier

(b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : Pasal 6.2 SNI 1726 – 2012

Tabel 2.1 Koefisin situs F_a berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 0,1$	$S_1 0,2$	$S_1 0,3$	$S_1 0,4$	$S_1 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

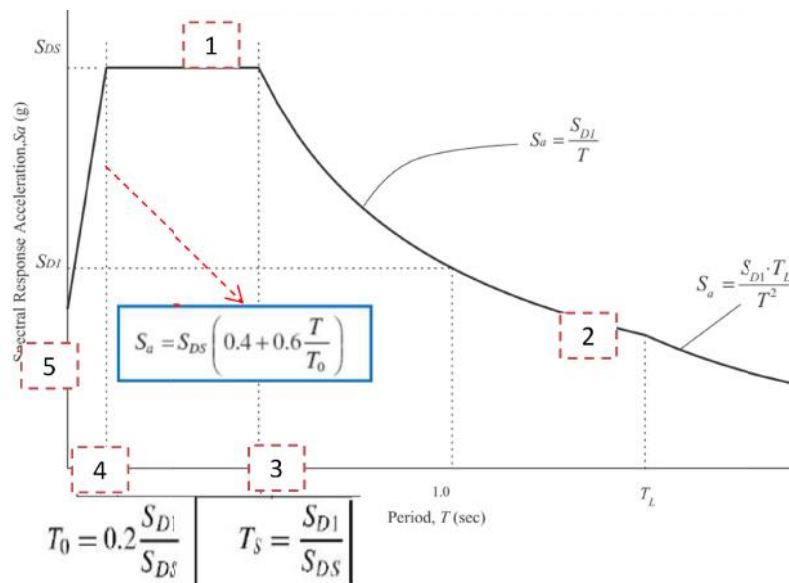
CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
(b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : Pasal 6.2 SNI 1726 – 2012

Tabel 2.2 Koefisin situs F_v berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik

Pembuatan Spektrum Respon desain mengacu pada nilai S_{DS} dan S_{D1} seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.3 Respon spektrum desain

Prosedur gaya lateral ekuivalen dalam menentukan geser dasar seismik menggunakan rumus :

$$V = C_s W$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Batasan Perhitungan C_s

$$C_{s \max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_{s \min} = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01$$

Nilai C_s yang dipakai ialah nilai yang paling kecil

Dimana : V = Geser dasar seismik

C_s = Koefisien respon seimik

R = Koefisien modifikasi respons (Tabel 2.3)

I_e = Faktor keutamaan gempa (Tabel 2.3)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, g_c	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 ^k	12 ^k	12 ^k
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI

10.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
11.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
12.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
13.Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14.Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
15.Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6¼	3	4	TB	TB	20	20	20
16.Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6¼	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18.Sistem dinding rangka ringan (baja canal dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
B.Sistem rangka bangunan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3¼	2	3¼	TB	TB	10 ⁱ	10 ⁱ	TI ⁱ
4. Dinding geser beton bertulang khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa	5	2½	4¼	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah	5	2½	4¼	TB	TB	12 ^k	12 ^k	12 ^k
9. Dinding geser pracetak biasa	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4¼	TB	TB	48	48	30
12.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13.Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6¼	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14.Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15.Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4¼	TB	TB	TI	TI	TI
16.Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17.Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18.Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI
19.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
22.Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4¼	TB	TB	22	22	22
23.Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4¼	TB	TB	22	22	22

Sumber : Pasal 7.2.2 SNI 1726 :2012

Tabel 2.3 Faktor R ,C_d, Ω₀

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Boskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas	III
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

Sumber : Pasal 4.1.2 SNI 1726 -2012

Tabel 2.4 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : Pasal 4.1.2 SNI 1726 :2012

Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa

Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul pada tiap lantai harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$F_x = C_{vx} V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_{ik}}$$

Dimana :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

V = gaya lateral desain total (kN)

w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W)
yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat
 i atau x

h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , (m)

k = eksponen yang terkait dengan periode struktur.

Catatan :

- Untuk struktur yang mempunyai periode ≤ 0.5 detik maka nilai k ialah 1
- Untuk struktur yang mempunyai periode ≥ 2.5 detik maka nilai k ialah 2
- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 - 2.5 detik

2.4 Dinding Geser

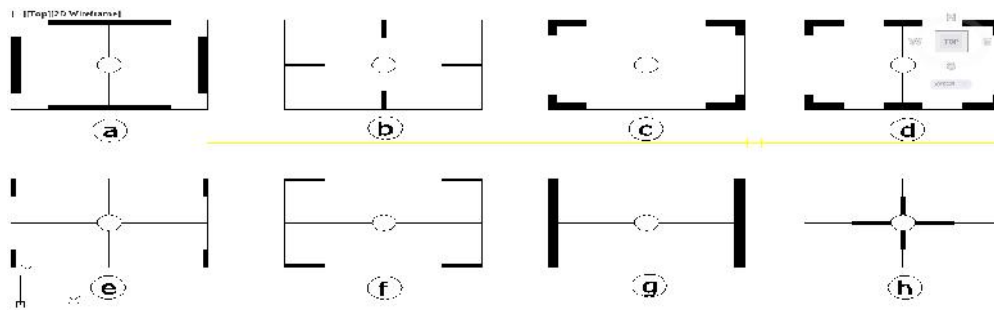
Dalam struktur bangunan bertingkat tinggi, diharuskan mampu untuk menahan gaya geser dan gaya – gaya lateral yang disebabkan oleh angin dan gempa. Untuk perencanaannya diperlukan perencanaan yang benar, jika perencanaan itu tidak didesain dengan tidak benar akan menimbulkan getaran dan simpangan horisontal yang melampaui batas aman yang telah di tentukan pada saat perencanaan. Akibatnya, bangunan tingkat tinggi tersebut tidak hanya mengalami kerusakan namun juga akan mengalami keruntuhan. Pengaku gaya lateral yang lazim digunakan adalah portal penahan momen, dinding geser atau rangka pengaku. Perencanaan struktur ini menggunakan pengaku gaya lateral berupa dinding geser (shear wall).

Dinding beton bertulang dapat direncanakan dengan kekakuan yang besar untuk menahan gaya-gaya lateral yang diletakkan secara vertikal, jika dinding geser itu diletakkan dengan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dinding – dinding seperti ini disebut juga dengan dinding geser yang pada dasarnya ialah suatu balok kantilever vertikal yang tinggi yang dapat membantu stabilitas struktur yang dapat menompang gaya geser, momen tekuk yang diakibatkan oleh gaya lateral. Dinding geser berdasarkan bentuk

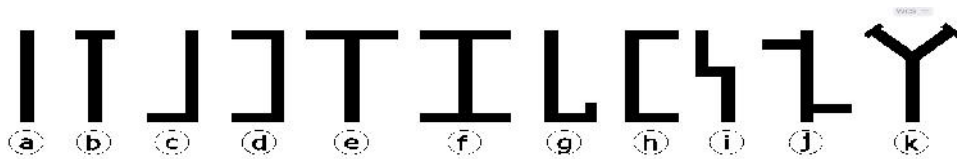
2.4.1 Dinding Geser Berdasarkan Bentuk

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi system terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsure linear tunggal atau gabungan unsure yang tidak lengkap, melingkupi ruang asimetris. Contohnya

L,X,T,V,Y atau H. Sedang system tertutup melingkupi ruang geometris, bentuk-bentuk yang sering di jumpai adalah bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku structural apabila dibebani secara lateral. Dinding geser yang diletakkan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memikul torsi selain lentur dan geser langsung.



Gambar 2. 4. Tata letak dinding geser



Gambar 2. 5. Bentuk dinding geser

Dimana :

- Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Center of Rigidity) atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukan dinding geser
- Garis yang tipis menunjukan garis denah gedung

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari dua yaitu :

- Kekakuan penampang : $E_{(\text{Modulus Elastisitas})} \times I_{(\text{inersia})}$
- Kekakuan batang, Balok atau kolom = $\frac{E \times I}{L}$

Dimana : $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$ (SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

$$I = 1/12 \times b \times h^3$$

2.4.2 Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. Berdasarkan geometrinya dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

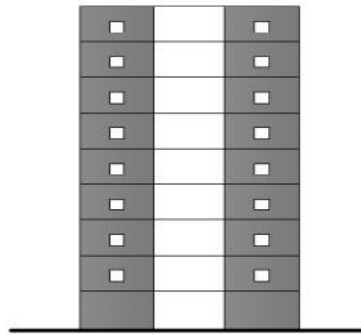
1. Dinding Geser dengan Bukaan (Opening Shearwall)

Pada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Meskipun demikian, kita dapat menempatkan bukaan-bukaan pada tempat di mana bukaan-bukaan tersebut tidak banyak mempengaruhi kekakuan atau tegangan pada dinding. Jika bukaan-bukaan tersebut kecil, pengaruh keseluruhannya sangat kecil tetapi tidak demikian halnya bila bukaan-bukaan yang berukuran besar.

Biasannya bukaan-bukaan tersebut (jendela, pintu, dan sebagainya) ditempatkan pada baris vertikal dan simetris pada

dinding sepanjang ketinggian struktur. Penampang dinding pada sisi bukaan ini diikat menjadi satu, baik oleh balok yang terdapat pada dinding, pelat lantai, atau kombinasi keduanya. Seperti yang dapat anda lihat, analisis struktur untuk situasi seperti ini sangat rumit dan bisanya dilakukan dengan persamaan empiris.

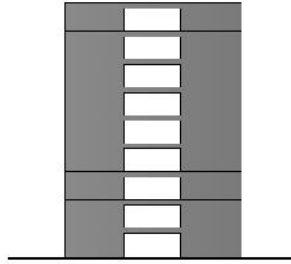
Bukaan sedikit mengganggu pada geser dukung struktur. Perlawanan lentur struktur penopang bagian dasar kritis secara drastis dikurangi dengan perubahan tiba-tiba dari bagian dinding ke kolom.



Gambar 2.6. Dinding geser dengan bukaan

2. Dinding geser berangkai (coupled shearwall).

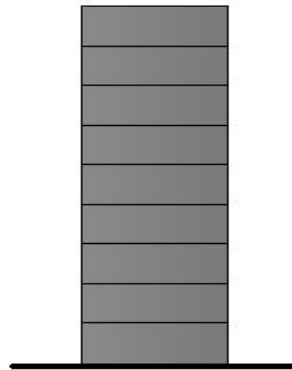
Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser kantilever tersebut saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain.



2.7. Dinding geser berangkai

3. Dinding geser kantilever (free standing shearwall).

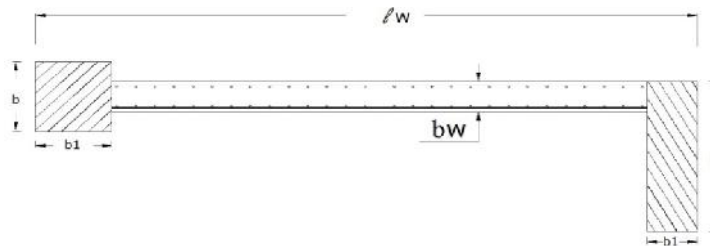
Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas



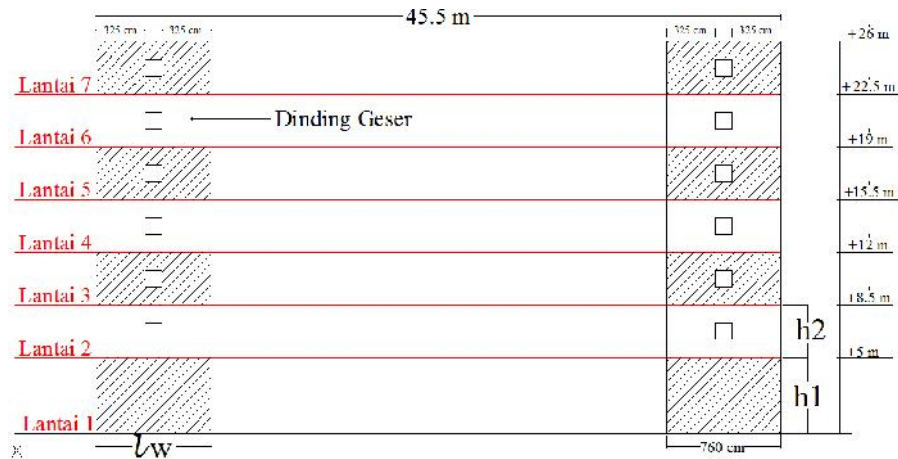
2.8. Dinding geser kantilever

2.5. Perencanaan Dinding Geser dengan Buka

Berdasarkan rumusan hasil T. pauly dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul “Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansory Building”, pembatasan dimensi dinding geser berdasarkan tinggi dinding harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :



Gambar 2.9. Pembatasan dimensi dinding geser



Gambar 2.10. Perletakan dinding geser dari depan.

- *Tebal Dinding Geser* (bw') $\geq \frac{1}{16} h_w$
- *Tebal Dinding Geser* (bw) $\geq \frac{1}{25} l_w$

$$b \geq bw$$

$$b1 \geq \frac{bc.lw}{10.b}$$

$$b \geq bc \qquad b1 \geq \frac{bc^2}{b}$$

$$b \geq h1/16 \qquad b1 \geq h1/16$$

dimana : $bc = 0,0171 \cdot lw \cdot \sqrt{\mu_{\phi}}$

μ_c = rasio daktilitas kurva = 5

b_w = Tebal dinding geser.

h_w = Tinggi dinding perlantai.

lw = Lebar dinding geser.

2.5.1. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

Menurut *Paulay dan Priestley* Tulangan dinding pada dinding struktural dipasang paling sedikit 2 lapis dimana dinding harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang apabila:

1. Tebal Dinding ≥ 200 mm
2. Gaya geser terfaktor $> \frac{1}{6} \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f'c}$

Beberapa pembatasan untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut *Paulay dan Priestley*, yaitu :

- a. Besarnya $\rho_v > 0,7/f_y$ (dalam MPa) dan $\rho_v < 16/f_y$ (MPa).

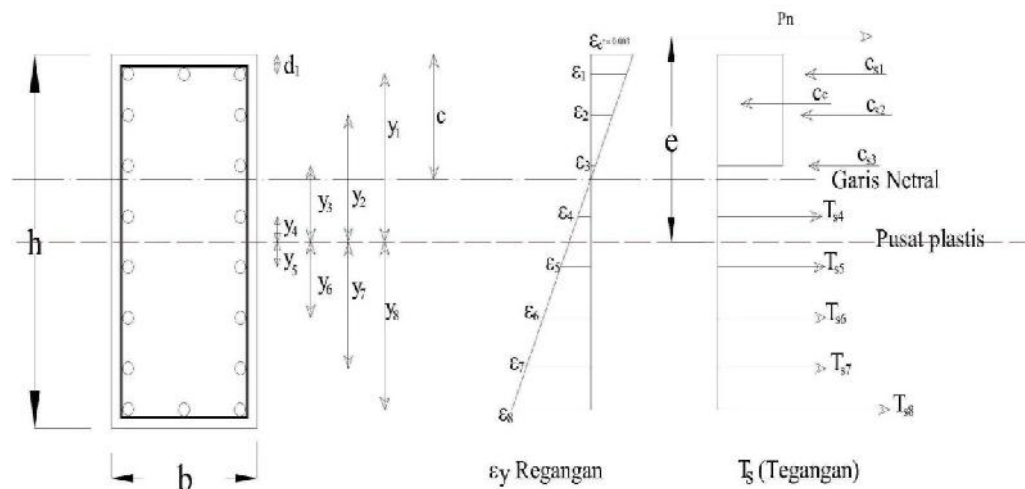
- b. Jarak horizontal terhadap tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm pada daerah plastis dan pada daerah lain (yaitu daerah elastis) 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi $\frac{1}{8}$ dari tebal dinding geser.

Jika pembatasanya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan.

Diagram bidang momen menunjukkan momen dari hasil aplikasi gaya statis leteral dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekutan lentur minimum ideal yang harus ditetapkan dimana kekuatan ideal terjadi pada dasar dinding geser.

Daerah perubahan kekuatan diasumsikan terjadi pada jarak yang sama dengan lebar dinding geser l_w . Dimana daerah dengan ketinggian sebesar l_w akan menerima momen lentur yang sama dengan momen pada dasar dinding geser. Daerah setinggi l_w tersebut merupakan daerah sendi plastis.

Analisa tegangan dan regangan suatu dinding geser menggunakan dasar teori suatu kolom yang dibebani oleh beban tekan eksentris. Beban tekan eksentris ialah beban dari struktur itu sendiri sebagai bagian dari struktural rangka, yang dibebani oleh beban aksial dan momen lentur. Maka analisa tegangan, regangan dan gaya dalam menurut Edward G Nawi dalam bukunya Beton Bertulang ialah sebagai berikut :



Gambar 2.9 diagram tegangan, regangan

Dimana = c : Jarak sumbu netral
 y : Jarak pusat plastis
 e : eksentrisitas beban ke pusat plastis

Dilihat dari sumbu netral seperti gambar di atas maka tulangan no 1 – 3 ialah tulangan tekan dan untuk tulangan no 4 – 8 ialah tulangan tarik.

- Menghitung regangan

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_s' = \frac{c - d}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0.003$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0.003$$

Dimana : ϵ_s' = regangan tekan

ϵ_s = regangan tarik

d = Jarak masing – masing tulangan terhadap serat penampang atas.

ϵ_c = regangan maksimum pada serat beton terluar

- Menghitung tegangan

Jika nilai tegangan dalam tulangan (f_s) di bawah kuat leleh (f_y) yang ditentukan

maka mutu tulangan yang digunakan ialah

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon_s' \times E_s$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

Jika, nilai tegangan dalam tulangan (f_s) di atas kuat leleh (f_y) yang ditentukan

maka mutu tulangan yang digunakan nilai f_y .

Dimana :

- $f's$ = tegangan tulangan tekan (mPa)
- f_s = tegangan tulangan tarik (mPa)
- $\epsilon's$ = regangan tekan
- ϵ_s = regangan tarik
- E_s = modulus elastisitas non prategang
=200000 Mpa

1. Menghitung nilai besarnya gaya – gaya yang bekerja

C_c = Gaya tekan beton

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

Untuk daerah tekan : $C_s = A's \times f's$

Untuk daerah tarik : $T_s = A_s \times f_s$

Kontrol $\sum H = 0$

$$\sum H = \sum C_s + C_c - \sum T_s - P_n = 0$$

2. Menghitung momen nominal (M_n)

$$M_n = C_c \cdot y_c + \sum C_s \cdot y_{si} + \sum T_s \cdot y_{si}$$

$$= C_c \cdot (y - a/2) + \sum C_s (y - d_{si}') + \sum T_s \cdot (y - d_{si}')$$

Dimana : $a = \beta_1 \cdot c$; $\beta_1 = 0.85$

2.5.2. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Gaya Geser

Elemen dinding (Wall) dikatakan sebagai dinding geser (shear wall) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban lateral lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul

Beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut *Paulay dan Priestley* adalah :

- a. Besarnya rasio penulangan horizontal (ρ_h) minimal 0,0025 atau $\rho_h \geq 0,0025$.
- b. Jarak antar tulangan horizontal tidak boleh melebihi dua setengah kali tebal dinding atau 450 mm.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh lebih dari $\frac{1}{8}$ tebal dinding geser.

Keruntuhan akibat geser sedapat mungkin dihindarkan. Karena itu, kekuatan dinding geser terhadap geser harus dibuat melampaui besarnya gaya geser maksimum yang mungkin terjadi.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor ϕ dan faktor pembesaran dinamis (ω). Faktor ϕ dimaksudkan agar tidak terjadi keruntuhan geser terlebih dahulu sebelum terjadi keruntuhan/pelelehan lentur pada struktur.

Menurut SK-SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.4 butir 1, kuat geser nominal V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada :

$$V_n = A_{CV} (\alpha_C \sqrt{f'_c} + \rho_n f_y)$$

Dimana koefisien :

- $\alpha_C = 1/4$ untuk $(h_w/l_w) \leq 1,5$
- $\alpha_C = 1/6$ untuk $(h_w/l_w) \leq 2$

Kontrol Penulangan, Ukuran dimensi dan jarak antar tulangan agar dinding tersebut dapat memenuhi persyaratan yang ada. Rasio penulangan dinding geser adalah sebesar :

$$\rho_1 = \sum A_b / b_{sv}$$

Dimana A_b adalah luas tulangan dan b_{sv} adalah jarak antar tulangan, tidak boleh kurang dari $0,7/f_y$ (Mpa) dan tidak boleh lebih dari $1,6/f_y$ (Mpa).

- Langkah – langkah perhitungan penulangan transversal

$\phi V_n \geq V_u$ dimana $V_n = V_c + V_s$ (Menurut SNI 2487 : 2013 pasal 11.1

$V_c = V$ yang disumbangkan oleh beton

$V_s = V$ yang disumbangkan tulangan

$$V_c = 0,17 \left[1 + \frac{V_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} . b_w . d \quad (\text{Pasal 11.2.1.2})$$

$$V_s = \frac{A_v . f_y . d}{S} \quad (\text{Pasal 11.4.7.2})$$

Dimana : V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang (N)

A_g = Luas penampang (m^2)

f_c = Kuat tekan beton (mPa)

b_w = tebal dinding geser (m)

d = Jarak pusat tulangan pada serat tepi penampang
(mm)

A_v = Luas tulangan geser (mm^2)

f_y = Kuat leleh baja (mPa)

S = jarak tulangan geser (mm)

Maka $V_n \geq V_u$

Kontrol kuat geser $A_v \geq A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w s}{f_y}$ (Pasal 11.4.6.3)

Dimana : $A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w s}{f_y}$

2.6. Rencana Pembebanan.

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (DPU,1983), beban yang harus diperhitungkan untuk suatu struktur adalah beban mati,beban hidup, beban angin, beban gempa dan kombinasi dari beban-beban tersebut.

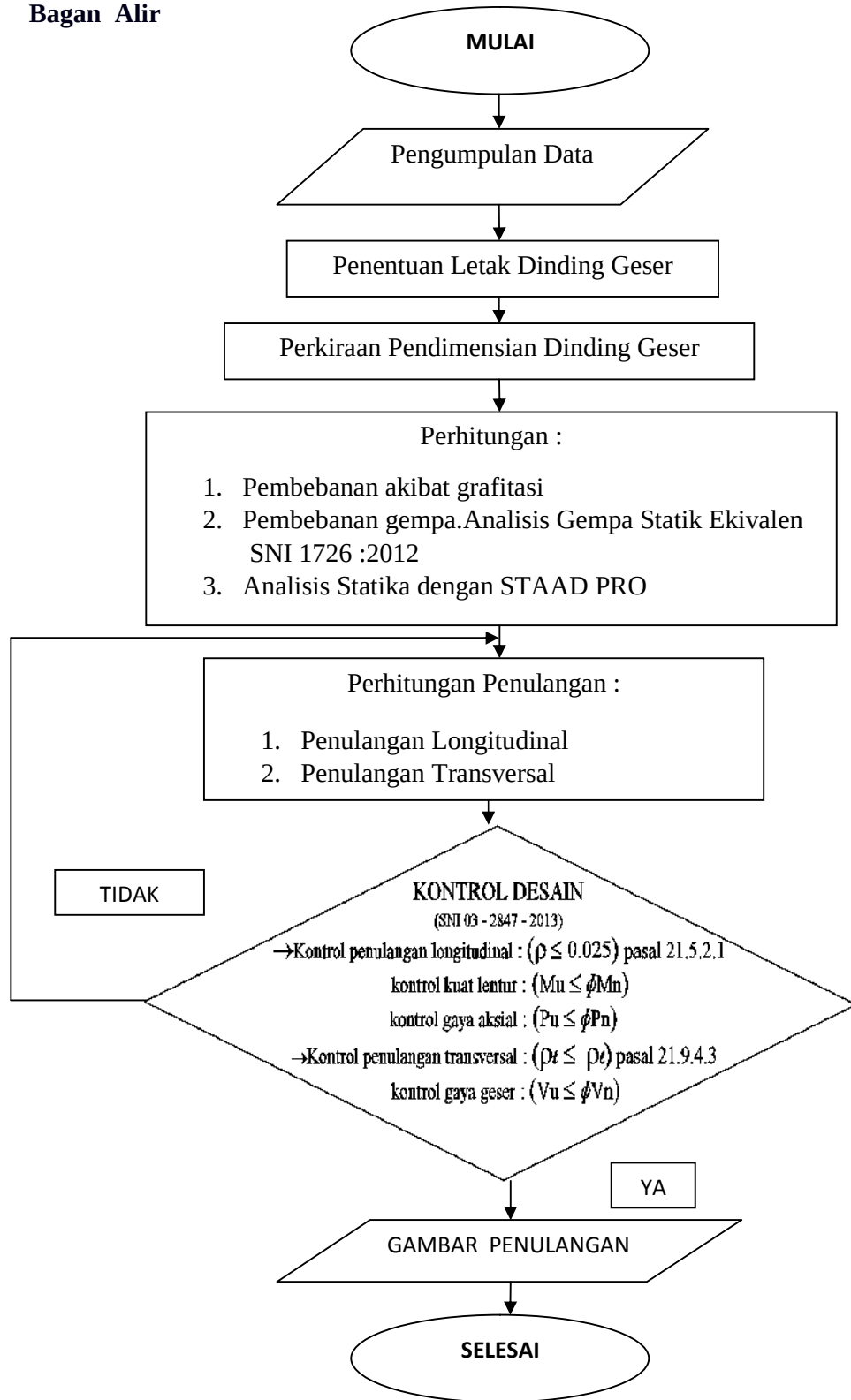
Pengertian dari setiap beban tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Beban-mati adalah berat dari semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.
2. Beban-hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut.
3. Beban-gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.
4. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekan udara

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen stuktur gedung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (DPU, 1983) yang digunakan adalah :

- a. Beton Bertulang : 2400 kg/m^3
- b. Adukan dari semen (per cm tebal) : 21 kg/m^2
- c. Penutup lantai (tanpa adukan, per cm tebal) : 24 kg/m^2
- d. Plafon (11 kg/m^2) + penggantung (7 kg/m^2) : 18 kg/m^2
- e. Dinding pasangan bata merah
 - Satu batu : 450 kg/m^2
 - Setengah batu : 250 kg/m^2

2.7. Bagan Alir



BAB III

PERHITUNGAN PEMBEBANAN DINDING GESER

3.1 Data Bangunan

Data umum Pembangunan Hotel Harves Batu adalah sebagai berikut :

- Nama Gedung : Hotel Harves Batu
- Lokasi Bangunan : Batu Jawa Timur
- Fungsi Bangunan : Hotel
- Luas Bangunan : 705,25 m²
- Tinggi Bangunan : 25,5 m
- Tinggi lantai 1 : 5 m
- Tinggi perlantai (lantai 2 – 7) : 3,5 m
- Jumlah Lantai : 7 lantai
- Tebal plat : 0.12 cm
- Wilayah gempa : Zona 4 (Malang)
- Struktur Bangunan : Beton Bertulang

3.2 Mutu Bahan Yang Digunakan

- Mutu beton (fc) : 30 Mpa
- Mutu baja ulir (fy) : 300 MPa
- Mutu baja polos (fy) : 240 Mpa

- Modulus Elastisitas beton : E $= 4700 \times \sqrt{f_c}$
 $= 4700 \times \sqrt{30}$
 $= 25742.9602 \text{ Mpa}$
 $= 2.57429602 \times 10^9 \text{ Kg/m}^2$

3.3 Data Pembebanan

3.3.1. Data Beban Mati

Sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk edung 1987 maka beban mati diatur sebagai berikut :

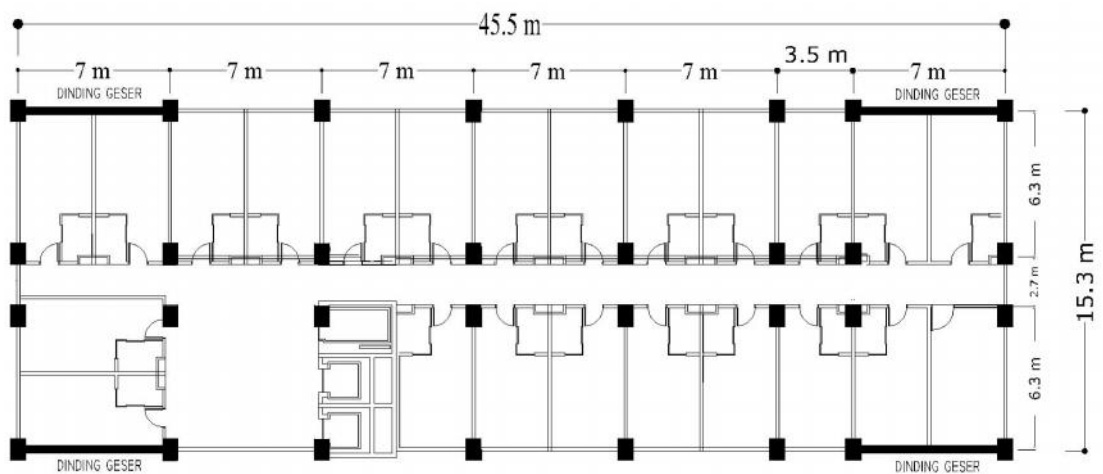
- Berat spesi per cm tebal : 21 kg/m^2
- Berat tegel per cm tebal : 24 kg/m^2
- Berat plafon + rangka penggantung : $(11+7) = 18 \text{ kg/m}^2$
- Berat pasangan bata merah $\frac{1}{2}$ batu : 250 kg/m^2
- Berat jenis beton : 2400 kg/m^3

3.3.2. Data Beban Hidup

Sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk edung 1987 maka beban hidup diatur sebagai berikut :

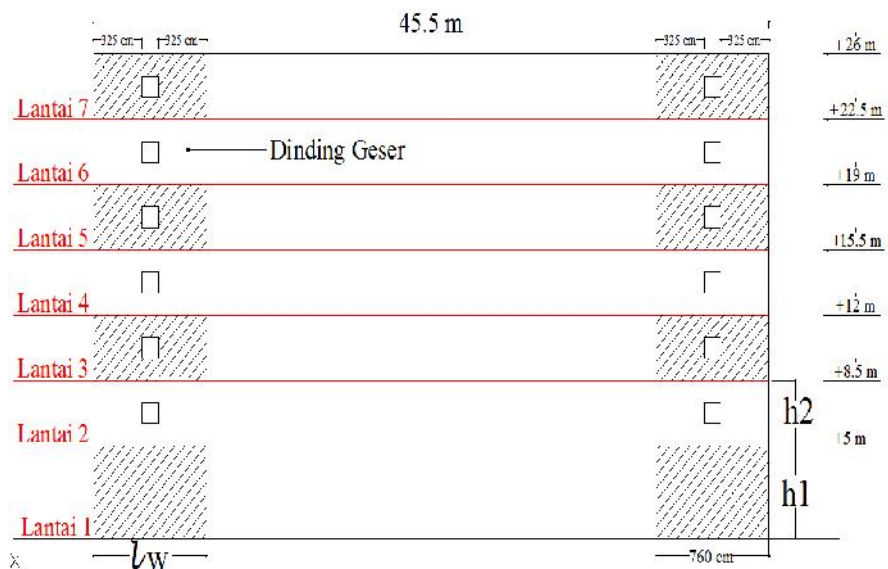
- Beban hidup hotel lantai 2 sampai 7 : 250 kg/m^2
- Beban guna/beban hidup atap : 100 kg/m^2
- Berat jenis air hujan : 1000 kg/m^3
- Ruang Pelengkap : 250 kg/m^2
- Ruang Alat – Alat dan Mesin : 400 kg/m^2

3.4. Data Gambar Struktur



Denah Lantai 1 - 7

Gambar 3.1. Perletakan Dinding Geser (Pada Denah)



Gambar 3.2. Perletakan Dinding Geser (Tampak Depan)

3.5 Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser

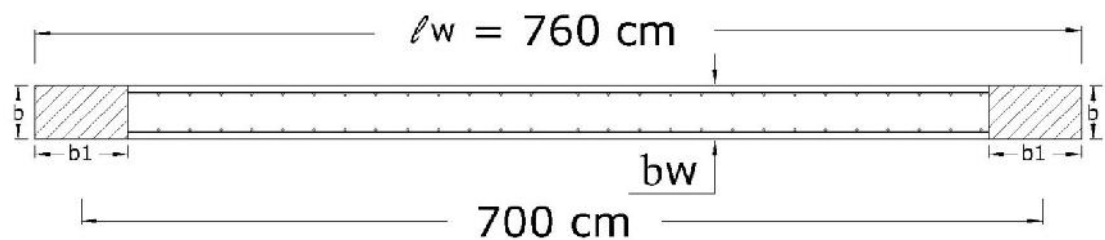
3.5.1. Dimensi Kolom

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi kolom seperti pada gambar rencana Hotel Harvers Kolom tepi dengan ukuran 40/60 cm.

3.5.2. Dimensi Balok

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi balok seperti pada rencana Ijen Padjadjaran Suites Hotel Resort yang sudah ada dengan ukuran 35/50 dan 30/50 cm.

3.5.3. Pendimensian Dinding Geser



Gambar 3.3. Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser

Jadi untuk tebal (bw) Dinding geser berdasarkan lebar dinding :

- $l_w = 760 \text{ cm}$
- $b_w = l_w / 25$
 $= 760 / 25$
 $= 30.4 \text{ cm}$ dipakai $b_w = 35 \text{ cm}$

Berdasarkan rumusan hasil T. Paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul “Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry

Building”, dimensi dinding geser *berdasarkan tinggi dinding* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- $h_1 = 5.0 \text{ m}$
 - $h_2 = 3.5 \text{ m}$
 - $bw \geq \frac{1}{16} h_1$
 $\geq \frac{1}{16} \times 5.0$
 $\geq 0.31 \text{ m} = 31 \text{ cm} \dots \dots \text{di pakai } bw = 35 \text{ cm}$
 - $bw \geq \frac{1}{16} h_2$
 $\geq \frac{1}{16} \times 3.5$
 $\geq 0.218 \text{ m} = 21.8 \text{ cm} \dots \dots \text{di pakai } bw = 25 \text{ cm}$
- ❖ Maka untuk tebal dinding geser (bw) dipakai 35 cm

Untuk kontrol panjang dinding geser (l_w) = $l_w < l_{wmaks}$

Diambil type dinding geser dengan l_w terpanjang

- $bw = 35 \text{ cm}$
- $h_1 = 500 \text{ cm}$
- $l_w = 760 \text{ cm}$
- $l_{wmaks} = 1,6 \cdot h_1$
 $= 1,6 \cdot 500$
 $= 800 \text{ cm}$
- $l_w = 760 \text{ cm} < l_{wmaks} = 800 \text{ cm} \dots \dots (\text{ok})$

Perhitungan nilai b dan b₁

- $b \geq b_w$

$$b_w = 35 \text{ cm}$$

- $b \geq b_c$

$$b_c = 0,0171 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_{\Phi}}$$

$$= 0,0171 \cdot 760 \cdot \sqrt{5}$$

$$= 29,06 \text{ cm}$$

- $b \geq \frac{h_i}{16}$

$$\frac{h_i}{16} = \frac{500}{16}$$

$$= 31,25 \text{ cm}$$

- $b_w \geq \frac{h_i}{16} \geq b_c$

$$35 \text{ cm} \geq 31,25 \text{ cm} \geq 29,06 \text{ cm}$$

maka nilai b yang di pakai ialah 35 cm

- $b_1 \geq \frac{b_c l_w}{10 \cdot b}$

$$\frac{b_c l_w}{10 \cdot b} = \frac{29,06 \times 760}{10 \cdot 35}$$

$$= 60 \text{ cm}$$

- $b_1 \geq \frac{bc^2}{10b}$

$$\frac{bc^2}{b} = \frac{28,29^2}{10,35}$$

$$= \frac{800,32}{350}$$

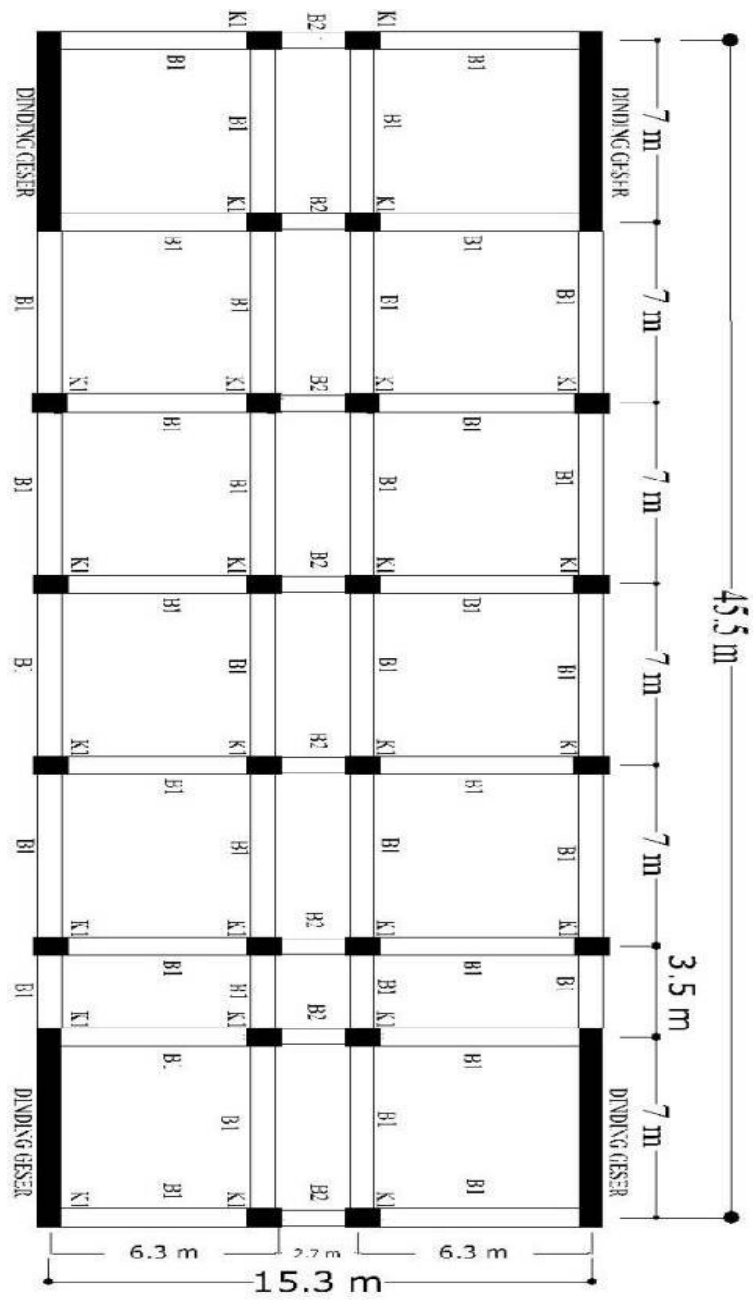
$$= 2,29 \text{ cm}$$

- $b_1 \geq \frac{h_i}{16}$

$$\geq \frac{500}{16}$$

$$\geq 31,25 \text{ cm}$$

Maka nilai b_1 dipakai ialah 60 cm



KETERANGAN	
K1	: Kolom Struktur 40 x 60
B1	: Balok 35 x 50
B2	: Balok 30 x 50

Gambar 3.4. Denah Balok dan Kolom

3.6. Pembebanan

□ Perhitungan pembebanan lantai 1

Dimensi plat ketebalan 0.12 m

Beban Hidup

Beban hidup untuk lantai = 250 kg/m²

Beban Mati

Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, Sehingga berat sendiri plat, kolom dan balok tidak dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

Beban mati pada plat

- Berat plafon	=		=	11	kg/m ²
Berat Penggantung	=		=	7	kg/m ²
Berat Spesi tebal 2 cm	=	2	x	21	= 42 kg/m ²
Berat Keramik per cm	=	1	x	25	= 25 kg/m ²
					qd 85 kg/m ²

Beban mati pada balok

- Balok Melintang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi kolom = 5.0 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat dinding = 4.5 x 0.15 x 1 x 1700 = 1148 kg

- Balok Memanjang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi Kolom = 5.0 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat dinding = 4.5 x 0.15 x 1 x 1700 = 1148 kg

□ Perhitungan pembebanan lantai 2-6

Dimensi plat lantai 2 -6 dengan ketebalan 0.12 m

Beban Hidup

Beban hidup untuk lantai = 250 kg/m²

Beban Mati

Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, Sehingga berat sendiri plat, balok dan kolom tidak dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

Beban mati pada plat

- Berat plafon	=		=	11	kg/m ²
Berat Penggantung	=		=	7	kg/m ²
Berat Spesi tebal 2 cm	=	2	x	21	= 42 kg/m ²
Berat Keramik per cm	=	1	x	25	= 25 kg/m ²
					qd 85 kg/m ²

Beban mati pada balok

- Balok Melintang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi kolom = 3.5 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat dinding = 3.0 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 kg/m

- Balok Memanjang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi Kolom = 3.5 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat qd = 3.0 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 kg/m

▣ **Perhitungan pembebanan Atap (Lantai 7)**

Dimensi plat atap dengan ketebalan 0.12 m

Beban Hidup

Beban Hidup untuk Atap :

Beban hidup untuk atap yang dibebani oleh orang

Beban hidup untuk atap yang dibebani oleh tandon air

$$\begin{aligned}
 & \text{- diameter tandon} = 1.65 \text{ m} & \text{- jari - jari tandon} &= 0.83 \text{ m} \\
 & \text{- tinggi tandon} = 2.1 \text{ m} & \text{- kapasitas} &= 4.488 \text{ m}^3 = 4488 \text{ ltr} \\
 & = \frac{\pi \times 0.83 \times 0.83 \times 2.1 \times 1000}{\pi \times 0.83 \times 0.83} = 973 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban Mati

Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, Sehingga berat sendiri plat, balok dan kolom tidak dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

Beban Mati Tambahan

Beban mati pada plat

- Berat plafon	=		=	11	kg/m ²
Berat Penggantung	=		=	7	kg/m ²
Berat Spesi tebal 2 cm	=	2	x	21	= 42 kg/m ²
Berat Keramik per cm	=	1	x	25	= 25 kg/m ²
Berat Air Hujan	=	0.05	x	1000	= 50 kg/m ²
				qd	135 kg/m ²

Beban mati pada balok

- Balok Melintang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi kolom = 3.5 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat dinding = 3.0 x 0.15 x 1700 = 765 kg/m

- Balok Memanjang

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi Kolom = 3.5 m

tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg/m²

Jadi berat qd = 3.0 x 0.15 x 1700 = 765 kg/m

3.7. Pembebanan Gempa

- Lantai 1 (Lantai)

Beban Mati (WDL)

- Berat Plat lantai t = 12 cm	=	45.5 x	15.3 x	0.12 x	2400	=	200,491.20 kg
- Berat Kolom (40/60)	=	3.75 x	0.4 x	0.6 x	2400 x 24	=	51,840.00 kg
- Berat Balok B1 (35/50)	=	257.6 x	0.4 x	0.6 x	2400	=	148,377.60 kg
- Berat Balok B2 (30/50)	=	21.6 x	0.3 x	0.5 x	2400	=	7,776.00 kg
- Berat keramik	=	45.5 x	15.3 x	25		=	17,403.75 kg
- Berat Spesi	=	45.5 x	15.3 x	21		=	14,619.15 kg
- Berat dinding geser t = 30cm	=	3.75 x	0.30 x	7.6 x	2400 x 4	=	82,080.00 kg
- Berat dinding memanjang	=	3.75 x	0.15 x	154 x	1700	=	147,262.50 kg
- Berat dinding melintang	=	3.75 x	0.15 x	100.8 x	1700	=	96,390.00 kg
							<u>766,240.20 kg</u>

- Beban Hidup (WLL)

- Beban hidup atap	=	45.5 x	15.3 x	250		=	174,037.50 kg
--------------------	---	--------	--------	-----	--	---	---------------

- Beban Total						=	940,277.70 kg
---------------	--	--	--	--	--	---	----------------------

- Lantai 2 - 6

Beban Mati (WDL)

- Berat Plat lantai t = 10 cm	=	45.5 x	15.3 x	0.1 x	2400	=	167,076.00 kg
- Berat Kolom (40/60)	=	2.9 x	0.4 x	0.6 x	2400 x 24	=	40,089.60 kg
- Berat Balok B1 (35/50)	=	257.6 x	0.35 x	0.5 x	2400	=	108,192.00 kg
- Berat Balok B2 (30/50)	=	21.6 x	0.3 x	0.5 x	2400	=	7,776.00 kg
- Berat keramik	=	45.5 x	15.3 x	24		=	16,707.60 kg
- Berat Spesi	=	45.5 x	15.3 x	21		=	14,619.15 kg
- Berat dinding geser bw = 35cm	=	3.5 x	0.35 x	7.6 x	2400 x 4	=	89,376.00 kg
- Berat dinding memanjang	=	3 x	0.15 x	154 x	1700	=	117,810.00 kg
- Berat dinding melintang	=	3 x	0.15 x	100.8 x	1700	=	77,112.00 kg
							<u>638,758.35 kg</u>

- Beban Hidup (WLL)

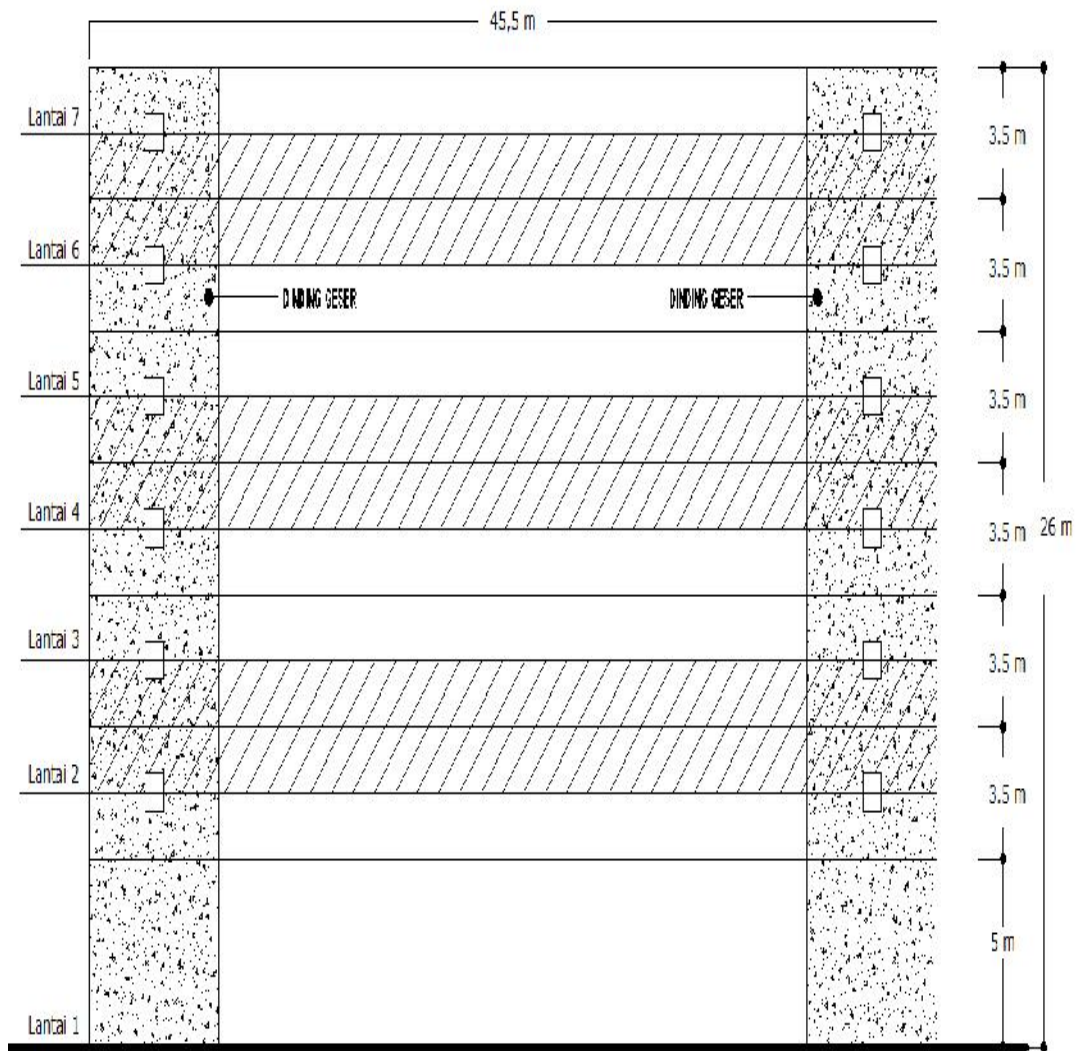
- Beban hidup atap	=	45.5 x	15.3 x	250		=	174,037.50 kg
--------------------	---	--------	--------	-----	--	---	---------------

- Beban Total						=	812,795.85 kg
---------------	--	--	--	--	--	---	----------------------

- Lantai 7 (Atap)
 - Beban Mati (WDL)
 - Berat Plat Atap t = 10 cm = 45.5 x 15.3 x 0.1 x 2400 = 167,076.00 kg
 - Berat Kolom (40/60) = 1.15 x 0.4 x 0.6 x 2400 x 24 = 15,897.60 kg
 - Berat Balok B1 (35/50) = 257.6 x 0.35 x 0.5 x 2400 = 108,192.00 kg
 - Berat Balok B2 (30/50) = 21.6 x 0.3 x 0.5 x 2400 = 7,776.00 kg
 - Berat keramik = 45.5 x 15.3 x 24 = 16,707.60 kg
 - Berat Spesi = 45.5 x 15.3 x 21 = 14,619.15 kg
 - Berat dinding geser bw = 35cm = 1.75 x 0.35 x 7.6 x 2400 x 4 = 44,688.00 kg
 - Berat dinding memanjang = 1.25 x 0.15 x 154 x 1700 = 49,087.50 kg
 - Berat dinding melintang = 1.25 x 0.15 x 100.8 x 1700 = 32,130.00 kg
 - 456,173.85 kg
 - Beban Hidup (WLL)
 - Beban hidup atap = 45.5 x 15.3 x 400 = 278,460.00 kg
 - Beban Air hujan = 45.5 x 15.3 x 0.05 x 1000 = 34,807.50 kg
 - Beban Tandon air = 4.483 x 1000 = 4,483.00 kg
 - 313,267.50 kg
- Beban Total = **769,441.35 kg**

NO	TINGKAT	Zi (m)	Wi (kg)
1	7 (Atap)	26	769,441.35
2	6	22.5	812,795.85
3	5	19	812,795.85
4	4	15.5	812,795.85
5	3	12	812,795.85
6	2	8.5	812,795.85
7	1	5	940,277.70
Total			5,773,698.30

Tabel 3.1. Berat Sendiri

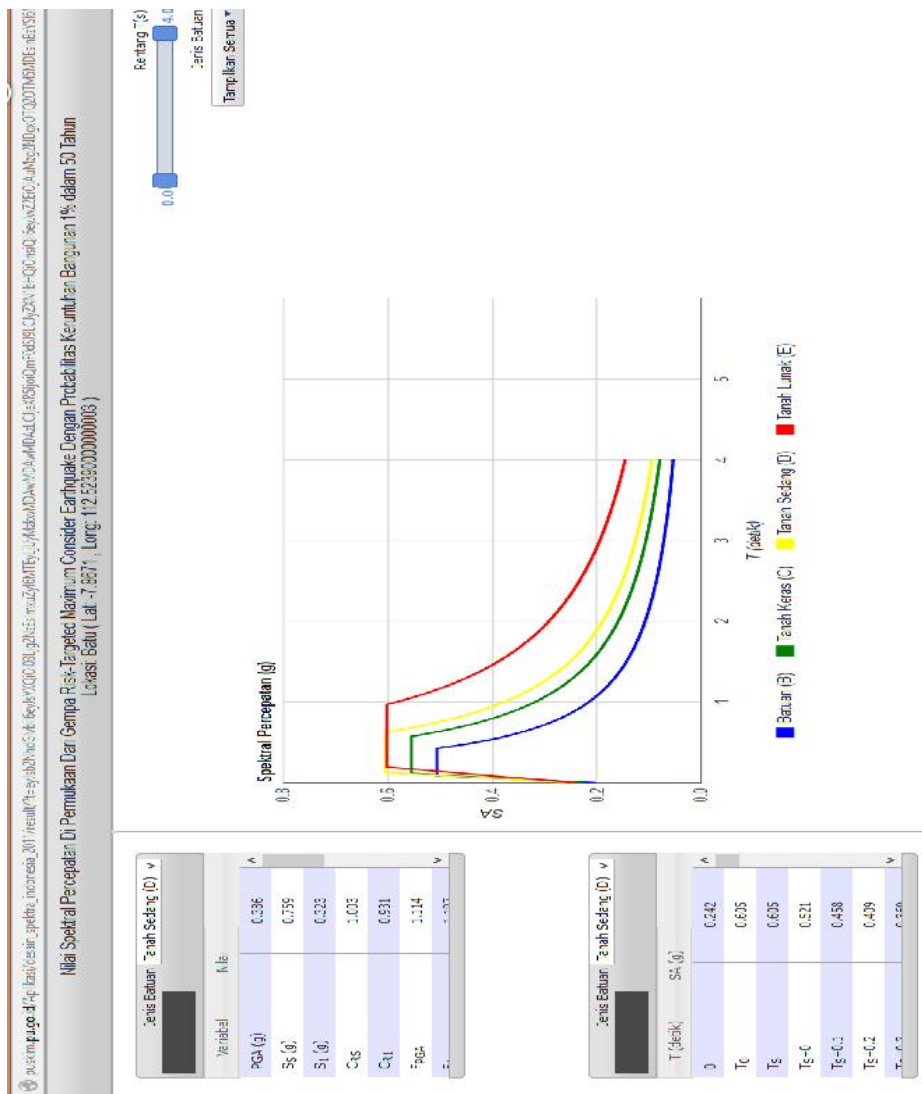


Gambar 3.5. Pembagian Berat Perlantai pada Bangunan

3.8. Perhitungan Beban Gempa

1. Menentukan nilai S_s (Respon Spektra percepatan 0.2 detik) dan S_1 (Respon Spektra percepatan 0.1 detik)

- Lokasi Gedung : Batu
- Data di dapat dari : puskim.pu.go.id



Gambar 3.6. Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Batu

Maka didapat $S_s = 0.759 \text{ g}$

$$S_1 = 0.323$$

2. Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan faktor, I_e

Fungsi bangunan : Hotel maka termasuk kategori resiko II (tabel 2.4) dan

fakor keutamaan gempa ialah (I_e) 1 (tabel 2.5)

3. Menentukan Kategori Desain Seismikc (KDS)

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
~~SD (tanah sedang)~~	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40 \%$, dan 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25 kPa$			
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti Pasal 6.9.1) Keterangan: N/A = tidak dapat dipakai	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah, - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3 \text{ m}$), - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5 \text{ m}$ dengan Indeks Plastisitas, $PI > 75$), - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35 \text{ m}$ dengan $s_u < 50 \text{ kPa}$.		

Sumber : Pasal 5.3 SNI 1726 :2012

Tabel 3.2. Klasifikasi Situs

4. Menentukan Koefisien Situs Fa dan Fv

Untuk tanah di daerah batu = tanah sedang (SD)

Koefisien situs Fa

- $0.75 S_s = 1,2$ (tabel 2.1 hal 11)
- $0.759 S_s = Fa$
- $1 S_s = 1$ (tabel 2.1 hal 11)

Maka untuk mencari nilai Fa pada menggunakan interpolasi

$$Fa = 1.2 + \frac{1-1.2}{1-0.75} \times (0.759 - 0.75) = 1.197$$

Untuk nilai $S_s = 0.759$ g maka di dapat $Fa = 1.197$

Koefisien situs Fv

- Untuk tanah di daerah batu = tanah sedang (SD)
- $0.3 S_1 = 1.8$ (tabel 2.2 hal 12)
- $0.323 S_1 = Fa$
- $0.4 S_1 = 1.6$ (tabel 2.2 hal 12)

Maka untuk mencari nilai Fa pada menggunakan interpolasi

$$Fv = 1.8 + \frac{1.8-1.6}{0.4-0.3} \times (0.323-0.3) = 1.755$$

Untuk nilai $S_1 = 0.323$ g maka didapat $Fv = 1.755$

5. Menentukan Nilai S_{DS} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek) dan S_{DI} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik).

$$S_{DS} = 2/3 F_a \cdot S_s$$

$$= 2/3 \cdot 1,197 \cdot 0,759$$

$$= 0,605$$

$$= 0.896 \text{ g}$$

$$S_{DI} = 2/3 F_v \cdot S_1$$

$$= 2/3 \cdot 1,755 \cdot 0,323$$

$$= 0,377$$

$$= 0.360 \text{ g}$$

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

Tabel 3.3. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek

Untuk nilai $S_{DS} = 0,605$ maka termasuk kategori desain seismik termasuk kategori D.

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

Tabel 3.4. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik

Untuk nilai $S_{D1} = 0.377$ maka termasuk kategori desain seismik termasuk kategori D

Maka dapat disimpulkan Kategori desain seismik untuk tanah sedang pada kota batu adalah D

6. Membuat Spektrum Respon Disain

$$T_o = 0,2(S_{D1}/ S_{DS})$$

$$= 0,2(0.377/0.605)$$

$$= 0.125$$

$$T_s = (S_{D1}/ S_{DS})$$

$$= 0.377/0.605$$

$$= 0.624$$

Perkiraan perioda fundamental alami

Untuk struktur dengan ketinggian < 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m :

$T_a = 0.1 N$ Dimana : N = Jumlah tingkat

$T_a = 0,1 \cdot 7$

$= 0.7$

Batas Periode maksimum

$T_{\max} = C_u T_a$ Dimana : C_u = Koefisien batas atas pada periode yang dihitung

$S_{DS} = 0.605$ maka $C_u = 1,4$

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 3.5. Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

Tabel 3.6. Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x

- Tipe struktur penahan gaya lateral x dan arah y adalah dinding geser maka termasuk tipe semua sistem struktur lainnya.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Arah X- (sistem struktur lainnya)

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 25.5 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Maka

$$\begin{aligned} T_a &= 0.0488 \times 25.5^{0.75} \\ &= 0.554 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$T_{\max} = C_u \cdot T_a$$

$$\begin{aligned} T_{\max_1} &= 1.4 \times 0.554 \\ &= 0.776 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Maka

$$T_1 = 0.776 \text{ detik}$$

$$T_2 = 0.554 \text{ detik}$$

Arah X- (sistem struktur lainnya)

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 25.5 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Maka

$$\begin{aligned} T_a &= 0.0488 \times 25.5^{0.75} \\ &= 0.554 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\max_2} &= 1.4 \times 0.554 \\ &= 0.776 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELV)

$$\begin{aligned}\text{Cek } T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0.377}{0.605} \\ &= 0.623\end{aligned}$$

Menentukan Faktor R, C_d dan Ω

Menurut pasal 7.2.2 SNI 1726 : 2012 untuk dinding geser beton bertulang khusus dengan SRMPM didapat faktor faktor antara lain

- R (Koefisien modifikasi Respons) = 6,5
- Ω₀ (Faktor Kuat lebih sistem) = 2,5
- C_d (Faktor kuat lebih sistem) = 5

7. Menghitung Nilai Base Shear

$$V = C_s \cdot W$$

Dimana : C_s = koefisien respon seismik

W = Berat seismik efektif

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R} = \frac{0.605}{\left(\frac{6.5}{1}\right)} = 0.093$$

$$C_s \text{ max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_{s x} = \frac{0.377}{0.776 \left(\frac{6.5}{1} \right)}$$

$$= 0.075$$

$$C_{s y} = \frac{0.377}{0.554 \left(\frac{6.5}{1} \right)}$$

$$= 0.105$$

disimpulkan nilai C_s yang dipakai 0.075

$$C_{s \min} = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01$$

$$= 0.044 \times 0.605 \times 1 \geq 0.01$$

$$= 0.03 \geq 0.01 \quad (\text{OK})$$

$$\text{Maka nilai } V_x = 0,055 \cdot W$$

$$= 0,055 \cdot 6609618$$

$$= 363528,99 \text{ Kg}$$

$$V_y = 0,055 \cdot W$$

$$= 0,055 \cdot 6609618$$

$$= 363528,99 \text{ Kg}$$

8. Menghitung Gaya Gempa Lateral F_x

$$T_x = 0.776 \text{ melalui interpolasi didapat } = 1.112$$

$$T_y = 0.554 \text{ melalui interpolasi didapat } = 1.223$$

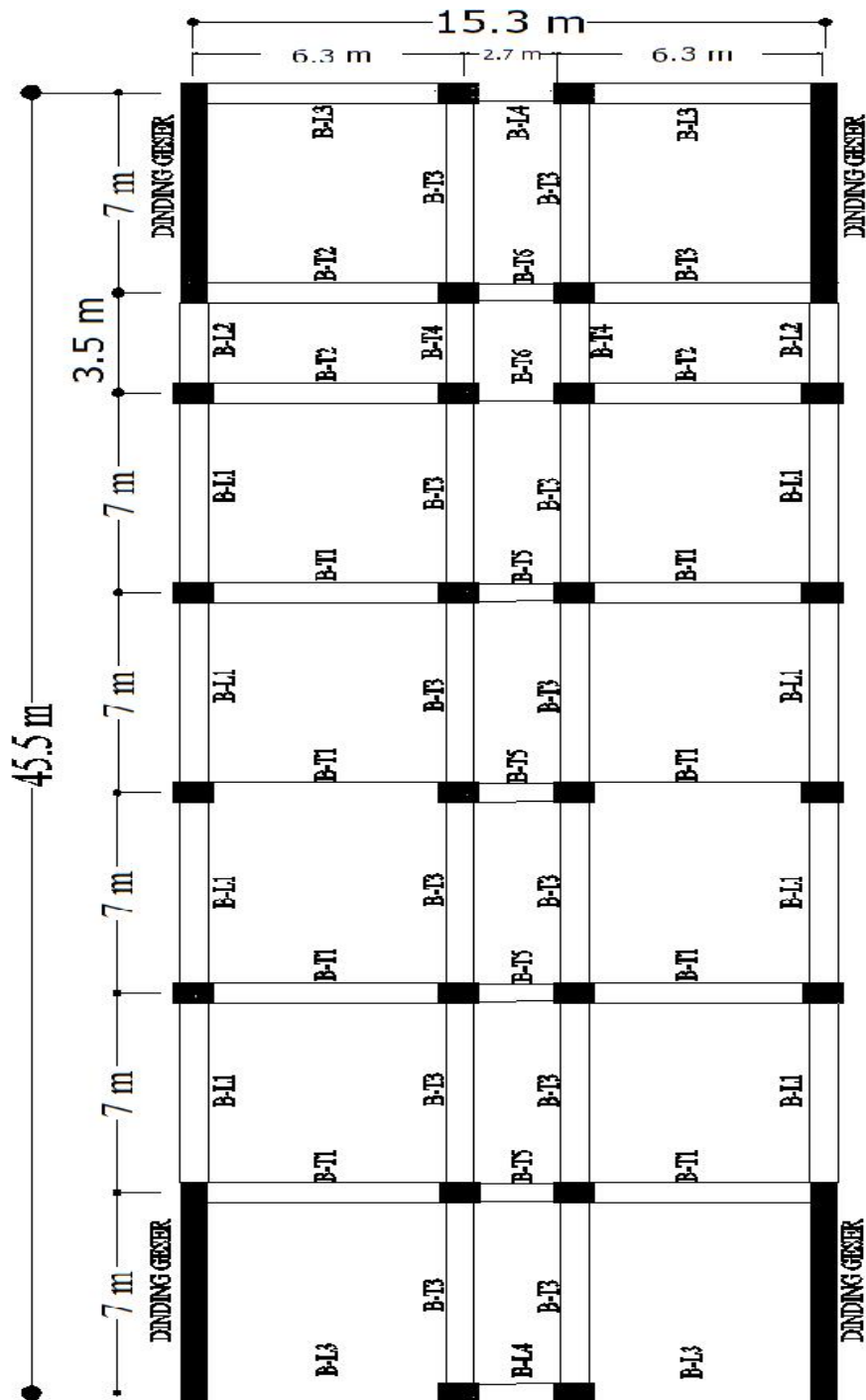
$$V_x = 363528.99 \text{ kg}$$

$$V_y = 363528.99 \text{ kg}$$

NO	TINGKAT	Zi (m)	Wi (kN)	wixhi^kx (kNm)	wixhi^ky (kNm)	Fx (kN)	Fy (kN)
1	7 (Atap)	25.5	567,310.60	20,791,871.33	29,786,504.36	73,505.23	77,020.48
2	6	22	752,877.60	23,415,228.33	32,999,496.58	82,779.55	85,328.47
3	5	18.5	752,877.60	19,311,648.05	26,697,795.36	68,272.22	69,033.84
4	4	15	752,877.60	15,294,590.59	20,657,796.07	54,070.77	53,415.91
5	3	11.5	752,877.60	11,382,047.00	14,926,494.83	40,238.80	38,596.20
6	2	8	752,877.60	7,602,570.24	9,576,425.40	26,877.27	24,762.25
7	1	4.5	944,626.95	5,030,748.97	5,944,827.21	17,785.14	15,371.84
Total			5,276,325.55	102,828,704.51	140,589,339.81	363,528.99	363,528.99

Tabel 3.7. Gaya Gempa Rateral

3.9. Perhitungan Balok T dan Balok L



Gambar 3.7. Perletakan Balok T (B-T) dan Balok L (B-L)

3.10. Analisa Statika Pada STAAD PRO

1. Input beban

- **Beban Mati**

Untuk memasukkan beban mati pada STAAD PRO menggunakan *Selfweight* sebesar *-1*. *Selfweight* adalah berat sendiri bangunan tersebut.

- **Beban Hidup**

Sesuai PPI'87 beban hidup pada atap sebesar 100 kg/m^2 sedangkan pada lantai sebesar 250 kg/m^2 .

- **Beban Gempa**

Beban gempa menggunakan metode Statik Ekuivalen. Beban gempa diletakkan secara horisontal pada titik pusat massa gedung setiap lantai, koordinat pusat massa setiap lantai didapatkan dari program STAAD Pro dengan perintah *CG* , yang tertera pada tabel dibawah.

No	Lantai	Koordinat Global		
		X	Y	Z
1	7	23.09	25.5	7.65
2	6	23.09	22	7.65
3	5	23.09	18.5	7.65
4	4	23.09	15	7.65
5	3	23.09	11.5	7.65
6	2	23.09	8	7.65
7	1	23.14	4.5	7.65

Tabel 3.8. Pusat Massa

- **Kombinasi Pembebanan**

Kombinasi pembebanan yang digunakan diambil dari SNI 03-2847-2013 pasal 9.2.1 hal 65 antara lain :

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 1,2 DL + 1 LL + 1,05 E
4. 1,2 DL + 1 LL - 1,05 E
5. 0,9 DL + 1 E
6. 0,9 DL – 1 E

3.9.1. Input Dimensi Penampang Balok

Menurut Pasal 8.12 SNI 2847 - 2013 batasan menentukan nilai (bf) lebar efektif balok T ialah

$$b_f \leq \frac{1}{4} \ell$$

$$b_f \leq b_w + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}}$$

$$b_f \leq b_w + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}}$$

dimana :

b_f = Lebar efektif balok (mm)

ℓ = bentang balok (mm)

t_{Kiri} = tebal plat sisi kiri (mm)

t_{kanan} = tebal plat sisikana (mm)

L_{Kiri} = jarak bersih ke badan sebelah (mm)

L_{Kanan} = jarak bersih ke badan sebelah kanan (mm)

- Balok T 1

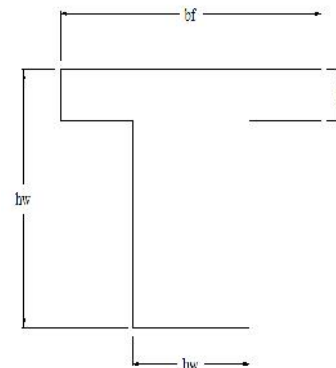
di ketahui b_w	= 350 mm	ℓ	= 6300 mm
h_w	= 500 mm	L_{Kiri}	= 7000 - 400 = 6600 mm
t	= 120 mm	L_{Kanan}	= 7000 - 400 = 6600 mm

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\ &\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\ &\leq 2270 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\ &\leq 350 + 0.5 \times 6600 + 0.5 \times 6600 \\ &\leq 6950 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - b_f &\leq \frac{1}{4} \ell \\ &\leq \frac{1}{4} \times 6300 = 1575 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ial 1575 mm



- Balok T 2

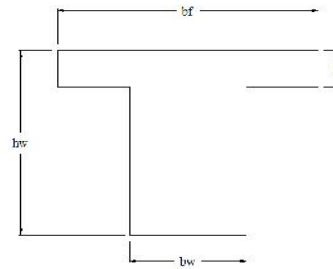
di ketahui b_w	= 350 mm	ℓ	= 6300 mm
h_w	= 500 mm	L_{Kiri}	= 7000 - 400 = 6600 mm
t	= 120 mm	L_{Kanan}	= 3500 - 400 = 3100 mm

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\ &\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\ &\leq 2270 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \text{bw} + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\
 &\leq 350 + 0.5 \times 6600 + 0.5 \times 3100 \\
 &\leq 5200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \frac{1}{4} \ell \\
 &\leq \frac{1}{4} \times 6300 = 1575 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 1575 mm



- Balok T 3

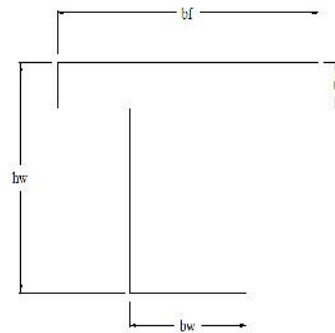
$$\begin{aligned}
 \text{di ketahui } \text{bw} &= 350 \text{ mm} & \ell &= 7000 \text{ mm} \\
 \text{hw} &= 500 \text{ mm} & L_{\text{Kiri}} &= 6300 - 600 = 5700 \text{ mm} \\
 t &= 120 \text{ mm} & L_{\text{Kanan}} &= 2700 - 600 = 2100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \text{bw} + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\
 &\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\
 &\leq 2270 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \text{bw} + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\
 &\leq 350 + 0.5 \times 5700 + 0.5 \times 2100 \\
 &\leq 4250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \frac{1}{4} \ell \\
 &\leq \frac{1}{4} \times 7000 = 1750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 1750 mm



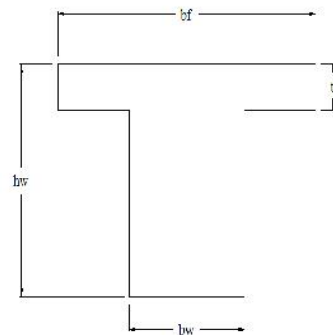
- Balok T 4

$$\begin{aligned}
 \text{di ketahui } \text{bw} &= 350 \text{ mm} & \ell &= 3500 \text{ mm} \\
 \text{hw} &= 500 \text{ mm} & L_{\text{Kiri}} &= 6300 - 600 = 5700 \text{ mm} \\
 t &= 120 \text{ mm} & L_{\text{Kanan}} &= 2700 - 600 = 2100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \text{bw} + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\
 &\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\
 &\leq 2270 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \text{bw} + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\
 &\leq 350 + 0.5 \times 5700 + 0.5 \times 2100 \\
 &\leq 4250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{bf} &\leq \frac{1}{4} \ell \\
 &\leq \frac{1}{4} \times 3500 = 875 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



maka , nilai b efektif yang di pakai ialah 875 mm

- Balok T 5

$$\begin{aligned} \text{di ketahui } b_w &= 300 \text{ mm} & \ell &= 2700 \text{ mm} \\ h_w &= 500 \text{ mm} & L_{\text{Kiri}} &= 7000 - 400 = 6600 \text{ mm} \\ t &= 120 \text{ mm} & L_{\text{Kanan}} &= 7000 - 400 = 6600 \text{ mm} \end{aligned}$$

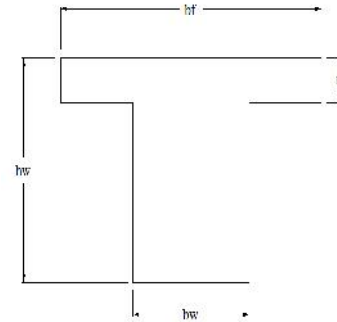
$$\begin{aligned} - \text{bf} &\leq b_w + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\ &\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\ &\leq 2220 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{bf} &\leq b_w + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\ &\leq 300 + 0.5 \times 6600 + 0.5 \times 6600 \\ &\leq 6900 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{4} \ell$$

$$\leq \frac{1}{4} \times 2700 = 675 \text{ mm}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ialah 675 mm



- Balok T 6

$$\begin{aligned} \text{di ketahui } b_w &= 300 \text{ mm} & \ell &= 2700 \text{ mm} \\ h_w &= 500 \text{ mm} & L_{\text{Kiri}} &= 7000 - 400 = 6600 \text{ mm} \\ t &= 120 \text{ mm} & L_{\text{Kanan}} &= 3500 - 400 = 3100 \text{ mm} \end{aligned}$$

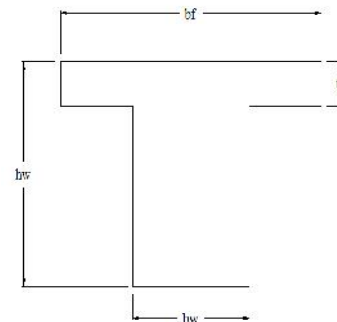
$$\begin{aligned} - \text{bf} &\leq b_w + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}} \\ &\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\ &\leq 2220 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{bf} &\leq b_w + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\ &\leq 300 + 0.5 \times 6600 + 0.5 \times 3100 \\ &\leq 5150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{4} \ell$$

$$\leq \frac{1}{4} \times 2700 = 675 \text{ mm}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ialah 675 mm



- Menurut Pasal 8.12 SNI 2847 - 2013 batasan menentukan nilai (bf) lebar efektif balok L ialah

$$\text{bf} \leq \frac{1}{12} \ell$$

$$\text{bf} \leq b_w + 6 t$$

$$b_f \leq b_w + \frac{1}{2} L$$

dimana :

b_f = Lebar efektif balok (mm)

ℓ = bentang balok (mm)

t = tebal plat

L = jarak bersih ke badan sebelah (mm)

- Balok L1

di ketahui b_w = 350 mm

ℓ = 7000 mm

h_w = 500 mm

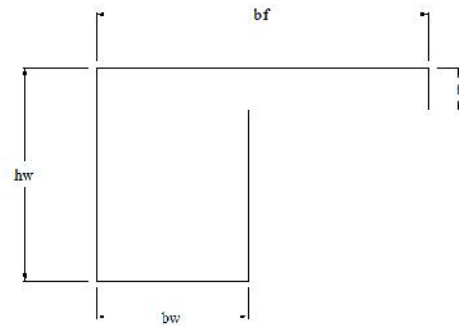
L = 6300 - 600 = 5700 mm

t = 120 mm

$$\begin{aligned} - b_f &\leq \frac{1}{12} \ell \\ &\leq \frac{1}{12} \times 7000 \\ &\leq 583.333 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + 6 t \\ &\leq 350 + 6 \times 120 \\ &\leq 1070 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + \frac{1}{2} L \\ &\leq 350 + \frac{1}{2} \times 5700 \\ &\leq 3200 \text{ mm} \end{aligned}$$



maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 583.3 mm

- Balok L 2

di ketahui b_w = 350 mm

ℓ = 3500 mm

h_w = 500 mm

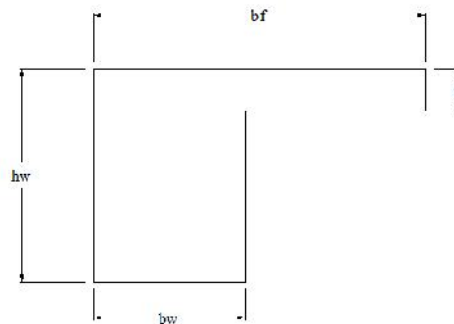
L = 6300 - 600 = 5700 mm

t = 120 mm

$$\begin{aligned} - b_f &\leq \frac{1}{12} \ell \\ &\leq \frac{1}{12} \times 3500 \\ &\leq 291.667 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - b_f &\leq b_w + 6 t \\ &\leq 350 + 6 \times 120 \\ &\leq 1070 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$- b_f \leq b_w + \frac{1}{2} L$$



$$\leq 350 + \frac{1}{2} \times 5700$$

$$\leq 3200 \text{ mm}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 291.7 mm

- Balok L 3

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

$$h_w = 500 \text{ mm}$$

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

$$\ell = 6300 \text{ mm}$$

$$L = 7000 - 400 = 6600 \text{ mm}$$

$$- b_f \leq \frac{1}{12} \ell$$

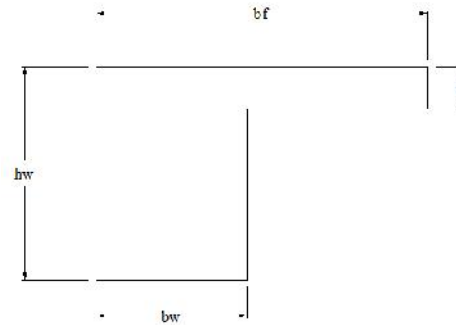
$$\leq \frac{1}{12} \times 6300$$

$$\leq 525 \text{ mm}$$

$$- b_f \leq b_w + 6 t$$

$$\leq 350 + 6 \times 120$$

$$\leq 1070 \text{ mm}$$



$$- b_f \leq b_w + \frac{1}{2} L$$

$$\leq 350 + \frac{1}{2} \times 6600$$

$$\leq 3650 \text{ mm}$$

maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 525 mm

- Balok L 4

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

$$h_w = 500 \text{ mm}$$

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

$$\ell = 2700 \text{ mm}$$

$$L = 7000 - 400 = 6600 \text{ mm}$$

$$- b_f \leq \frac{1}{12} \ell$$

$$\leq \frac{1}{12} \times 2700$$

$$\leq 225 \text{ mm}$$

$$- b_f \leq b_w + 6 t$$

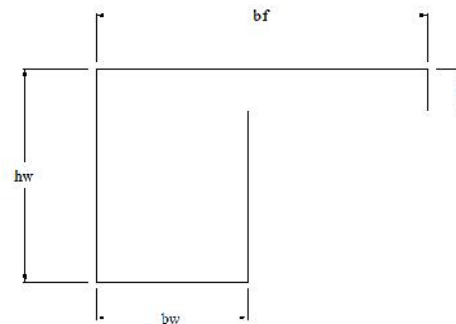
$$\leq 350 + 6 \times 120$$

$$\leq 1070 \text{ mm}$$

$$- b_f \leq b_w + \frac{1}{2} L$$

$$\leq 350 + \frac{1}{2} \times 6600$$

$$\leq 3650 \text{ mm}$$



maka , nilai b efektif yang di pakai ial: 225 mm

Pembagian Gempa (Gaya-Gaya Dalam)

Dari arah Fz

Lantai 1

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 12,890.53 \times 22.8 = 6467.93 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 12,890.53 \times 22.7 = 6422.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 2

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 21,322.35 \times 22.8 = 10703.4 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 21,322.35 \times 22.7 = 10619 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 3

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 32,508.31 \times 22.8 = 16318.5 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 32,508.31 \times 22.7 = 16189.9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 4

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 44,456.10 \times 22.8 = 22316 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 44,456.10 \times 22.7 = 22140.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 5

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 57,025.80 \times 22.8 = 28625.7 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 57,025.80 \times 22.7 = 28400.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 6

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 70,125.33 \times 22.8 = 35201.4 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 70,125.33 \times 22.7 = 34924 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 7

$$\begin{aligned} R_a &= -R_b \times 45.5 + 79,224.99 \times 22.9 = 39786.6 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 45.5 - 79,224.99 \times 22.7 = 39438.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari Arah Fx

Lantai 1

$$\begin{aligned} R_a &\equiv -R_b \times 15.3 + 14,821.01 \times 7.75 = 7507.37 \text{ kg} \\ R_b &= R_a \times 15.3 - 14,821.01 \times 7.75 = 7507.37 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_a &= -H_b \times 38.5 + 7507.37 \times 22.8 = 4451.78 \text{ kg} \\ H_b &= H_a \times 38.5 - 7507.37 \times 15.7 = 3055.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 2

$$\begin{aligned} R_a &= R_a \times 15.3 + 23,113.32 \times 7.75 = 11707.7 \text{ kg} \\ R_b &= 0 \times 15.3 - 23,113.32 \times 7.75 = 11707.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_a &= -H_b \times 38.5 + 11707.73 \times 22.8 = 6945.57 \text{ kg} \\ H_b &= H_a \times 38.5 - 11707.73 \times 15.7 = 4762.16 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lantai 3

Ra	=	Ha	x	15.3	+	33,915.49	x	7.75	=	17179.4	kg
Rb	=	0	x	15.3	-	33,915.49	x	7.75	=	17179.4	kg
Ha	=	-Hb	x	38.5	+	17179.41	x	22.8	=	10191.6	kg
Hb	=	Ha	x	38.5	-	17179.41	x	15.7	=	6987.78	kg

Lantai 4

Ra	=	0	x	15.3	+	45,081.39	x	7.75	=	22835.3	kg
Rb	=	0	x	15.3	-	45,081.39	x	7.75	=	22835.3	kg
Ha	=	-Hb	x	38.5	+	22835.35	x	22.8	=	13547	kg
Hb	=	Ha	x	38.5	-	22835.35	x	15.7	=	9288.35	kg

Lantai 5

Ra	=	0	x	15.3	+	56,535.66	x	7.75	=	28637.3	kg
Rb	=	0	x	15.3	-	56,535.66	x	7.75	=	28637.3	kg
Ha	=	-Hb	x	38.5	+	28637.35	x	22.8	=	16989	kg
Hb	=	Ha	x	38.5	-	28637.35	x	15.7	=	11648.3	kg

Lantai 6

Ra	=	0	x	15.3	+	68,230.01	x	7.75	=	34561	kg
Rb	=	0	x	15.3	-	68,230.01	x	7.75	=	34561	kg
Ha	=	-Hb	x	38.5	+	34560.95	x	22.8	=	20503.2	kg
Hb	=	Ha	x	38.5	-	34560.95	x	15.7	=	14057.8	kg

Lantai 7

Ra	=	0	x	15.3	+	75,856.52	x	7.75	=	38424.1	kg
Rb	=	0	x	15.3	-	75,856.52	x	7.75	=	38424.1	kg
Ha	=	-Hb	x	38.5	+	38424.05	x	22.9	=	22804.9	kg
Hb	=	Ha	x	38.5	-	38424.05	x	15.7	=	15619.1	kg

Lt.	No. Joint	Mz		Mx		Fz		Fx		Fy	
		(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
		kgm	kgm	kgm	kgm	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1	1	141338.0	61027.4	90434.5	82459.6	42259.78	23641.75	93045.46	257919.32	23514.15	11884.49
2	9	56232.7	28260.3	33229.2	1029.8	32992.94	24232.86	83483.94	200893.98	3000.10	2408.45
3	17	29175.5	16111.9	34153.5	3140.8	23456.40	24085.77	76258.74	160484.08	791.03	543.63
4	25	20962.9	8457.7	32283.5	2054.4	16100.57	23668.30	65297.53	122140.94	2001.95	1600.91
5	33	11621.4	3806.6	28740.0	7468.8	9912.30	22451.98	51117.36	86150.94	3505.44	3070.47
6	41	7169.6	5002.5	23521.9	13062.3	5062.17	19343.80	34317.96	53356.83	5226.91	5105.22
7	49	4960.5	3176.0	25559.0	20590.9	2044.16	20534.14	15586.09	25106.17	7573.32	8184.64

Hasil Momen Dan Gaya Geser Maksimum Yang di olah oleh Program Bantu Staad Pro

Tabel 3.9. Momen dan Gaya Geser Maksimum



BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 1

Data Perencanaan

- Kuat Tekan Beton (f'_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 300 Mpa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0.65
 - Geser Φ : 0.65
 - Panjang dinding geser : 7600 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm

Luas penampang dinding geser : 7600 x 350 = 2660000 mm²



4.1.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u &: 141337.969 \text{ kgm} &= 1413.37969 \text{ kNm} \\
 P_u &: 23514.145 \text{ kg} \\
 M_n &: \frac{M_u}{\Phi} &= \frac{1413.3797}{0.65} &= 2174.430292 \text{ kNm} \\
 P_n &: \frac{P_u}{\Phi} &= \frac{23514.145}{0.65} &= 36175.60769 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal D 22
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error
c : 711.426 mm

Maka tulangan no 1 - 7 ialah tulangan tekan dan tulangan no 8 - 38 adalah tulangan tarik

- Meng hitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_s' &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s' 1 \quad 2 \text{ D } 22 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.57 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s 11 \quad 2 \text{ D } 22 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.57 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As i	mm ²
A's 1	760.571
A's 2	760.571
A's 3	760.571
A's 4	760.571
A's 5	760.571
A's 6	760.571
A's 7	760.571
As 8	760.571

As	mm ²
As 14	760.571
As 15	760.571
As 16	760.571
As 17	760.571
As 18	760.571
As 19	760.571
As 20	760.571
As 21	760.571

As	mm ²
As 27	760.571
As 28	760.571
As 29	760.571
As 30	760.571
As 31	760.571
As 32	760.571
As 33	760.571
As 34	760.571

As 9	760.571
As10	760.571
As11	760.571
As12	760.571
As13	760.571

As 22	760.571
As 23	760.571
As 24	760.571
As 25	760.571
As 26	760.571

As 35	760.571
As 36	760.571
As 37	760.571
As 38	760.571

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

- Menghitung jarak masing - masing tulangan terhadap serat penampang atas dan Menghitung jarak masing -masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang (Pusat Plastis)

$d' = \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan As1})$

$$= 52 + 12 + 11$$

$$= 75.0 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$\text{Pusat plastis} = \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2} = \frac{7600}{2} = 3800 \text{ mm}$$

$$= 380 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7.5
d2	15
d3	25
d4	35
d5	45
d6	52.5
d7	67.5
d8	92.5
d9	117.5
d10	142.5
d11	167.5
d12	192.5
d13	217.5

di	jarak (cm)
d14	242.5
d15	267.5
d16	292.5
d17	317.5
d18	342.5
d19	367.5
d20	392.5
d21	417.5
d22	442.5
d23	467.5
d24	492.5
d25	517.5
d26	542.5

di	jarak (cm)
d27	567.5
d28	592.5
d29	617.5
d30	642.5
d31	667.5
d32	692.5
d33	707.5
d34	715
d35	725
d36	735
d37	745
d38	752.5

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	372.5
y2	365
y3	355
y4	345
y5	335
y6	327.5
y7	312.5
y8	287.5
y9	262.5
y10	237.5
y11	212.5
y12	187.5
y13	162.5

yi	jarak (cm)
y14	137.5
y15	112.5
y16	87.5
y17	62.5
y18	37.5
y19	12.5
y20	12.5
y21	37.5
y22	62.5
y23	87.5
y24	112.5
y25	137.5
y26	162.5

yi	jarak (cm)
y27	187.5
y28	212.5
y29	237.5
y30	262.5
y31	287.5
y32	312.5
y33	327.5
y34	335
y35	345
y36	355
y37	365
y38	372.5

Tabel 4.3 Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'1}{\epsilon_c} = \frac{c - d}{c} \longrightarrow \epsilon_s'1 = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c ; \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{71.1 - 7.5}{71.1} \times 0.003$$

$$= 0.00268$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \longrightarrow \epsilon_s 11 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c ; \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{168 - 71.1}{71.1} \times 0.003$$

$$= 0.00406$$

$\epsilon_s i$	Nilai	$\epsilon_s i$	Nilai	$\epsilon_s i$	Nilai
$\epsilon_s'1$	0.00268	$\epsilon_s 14$	0.00723	$\epsilon_s 27$	0.02093
$\epsilon_s'2$	0.00237	$\epsilon_s 15$	0.00828	$\epsilon_s 28$	0.02199
$\epsilon_s'3$	0.00195	$\epsilon_s 16$	0.00933	$\epsilon_s 29$	0.02304
$\epsilon_s'4$	0.00152	$\epsilon_s 17$	0.01039	$\epsilon_s 30$	0.02409
$\epsilon_s'5$	0.00110	$\epsilon_s 18$	0.01144	$\epsilon_s 31$	0.02515
$\epsilon_s'6$	0.00079	$\epsilon_s 19$	0.01250	$\epsilon_s 32$	0.02620
$\epsilon_s'7$	0.00015	$\epsilon_s 20$	0.01355	$\epsilon_s 33$	0.02683
$\epsilon_s 8$	0.00090	$\epsilon_s 21$	0.01461	$\epsilon_s 34$	0.02715
$\epsilon_s 9$	0.00195	$\epsilon_s 22$	0.01566	$\epsilon_s 35$	0.02757
$\epsilon_s 10$	0.00301	$\epsilon_s 23$	0.01671	$\epsilon_s 36$	0.02799
$\epsilon_s 11$	0.00406	$\epsilon_s 24$	0.01777	$\epsilon_s 37$	0.02842
$\epsilon_s 12$	0.00512	$\epsilon_s 25$	0.01882	$\epsilon_s 38$	0.02873
$\epsilon_s 13$	0.00617	$\epsilon_s 26$	0.01988		

Tabel 4.4 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f_s' = \epsilon_s' \times E_s$$

$$f_s'1 = 0.0027 \times 200000 = 536.7468 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_s 11 = 0.0041 \times 200000 = 812.6557 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

$f_s i$	Mpa	$f_s i$	Mpa	$f_s i$	Mpa
$f_s'1$	536.75	$f_s 14$	1445.19	$f_s 27$	4186.16
$f_s'2$	473.49	$f_s 15$	1656.03	$f_s 28$	4397.01
$f_s'3$	389.16	$f_s 16$	1866.88	$f_s 29$	4607.85
$f_s'4$	304.82	$f_s 17$	2077.72	$f_s 30$	4818.69
$f_s'5$	220.48	$f_s 18$	2288.56	$f_s 31$	5029.54

f's6	157.23
f's7	30.72
fs8	180.12
fs9	390.97
fs10	601.81
fs11	812.66
fs12	1023.50
fs13	1234.34

fs19	2499.41
fs20	2710.25
fs21	2921.10
fs22	3131.94
fs23	3342.79
fs24	3553.63
fs25	3764.47
fs26	3975.32

fs32	5240.38
fs33	5366.89
fs34	5430.14
fs35	5514.48
fs36	5598.82
fs37	5683.16
fs38	5746.41

Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa
f's1	300
f's2	300
f's3	300
f's4	300
f's5	220
f's6	157
f's7	31
fs8	180
fs9	300
fs10	300
fs11	300
fs12	300
fs13	300

fs	Mpa
fs14	300
fs15	300
fs16	300
fs17	300
fs18	300
fs19	300
fs20	300
fs21	300
fs22	300
fs23	300
fs24	300
fs25	300
fs26	300

fs	Mpa
fs27	300
fs28	300
fs29	300
fs30	300
fs31	300
fs32	300
fs33	300
fs34	300
fs35	300
fs36	300
fs37	300
fs38	300

Tabel 4.6. Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

Cc = Gaya tekan beton

$$= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot c \cdot b$$

$$a = b \cdot c = 0,85 \times 711,426 = 604,712 \text{ mm}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 711 \times 350$$

$$= 5397055,493 \text{ N}$$

$$= 5397,055493 \text{ kN}$$

Untuk daerah tekan

Cs = Gaya tekan tulangan

$$= A's \times f's$$

Cs1 = A's1 x f's1

$$= 760,57 \times 300 = 228171 \text{ N}$$

$$= 228,171 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik

Ts = Gaya tarik tulangan

$$= A_s \times f_s$$

Ts11 = As11 x fs11

$$= 760,6 \times 300 = 228171,43 \text{ N}$$

$$= 228,17 \text{ kN}$$

Ts i	kN
Ts27	228.17
Ts28	228.17
Ts29	228.17
Ts30	228.17
Ts31	228.17
Ts32	228.17
Ts33	228.17
Ts34	228.17
Ts35	228.17
Ts36	228.17
Ts37	228.17
Ts38	228.17

$$= \frac{228.2}{228.2 + 372.5}$$

$$= 84993.86 \text{ kNcm}$$

$$= 849.94 \text{ kNm}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned} \text{Mn11} &= \text{Ts11} \times y11 \\ &= 228.2 \times 212.5 \\ &= 48486.43 \text{ kNcm} \\ &= 484.86 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mni	kNm
Mn1	849.94
Mn2	832.83
Mn3	810.01
Mn4	787.19
Mn5	561.77
Mn6	391.63
Mn7	73.02
Mn8	393.87
Mn9	598.95
Mn10	541.91
Mn11	484.86
Mn12	427.82
Mn13	370.78

Mni	kNm
Mn14	313.74
Mn15	256.69
Mn16	199.65
Mn17	142.61
Mn18	85.56
Mn19	28.52
Mn20	28.52
Mn21	85.56
Mn22	142.61
Mn23	199.65
Mn24	256.69
Mn25	313.74
Mn26	370.78

Mni	kNm
Mn27	427.82
Mn28	484.86
Mn29	541.91
Mn30	598.95
Mn31	655.99
Mn32	713.04
Mn33	747.26
Mn34	764.37
Mn35	787.19
Mn36	810.01
Mn37	832.83
Mn38	849.94

Tabel 4.8. Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

Kontrol Mn > Mn Perlu

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= \text{Pn.e} = Cc \times y_c + \sum Cs \times y_i + \sum Ts \times y_i \\ &= \text{Mnc} + (\text{Mn1} + \text{Mn2} + \text{Mn3} + \text{Mn4} + \text{Mn5} + \text{Mn6} + \text{Mn7} + (\text{Mn8} + \text{Mn9} + \\ &\quad \text{Mn10} + \text{Mn11} + \text{Mn12} + \text{Mn13} + \text{Mn14} + \text{Mn15} + \text{Mn16} + \text{Mn17} + \text{Mn18} + \text{Mn19} + \\ &\quad \text{Mn20} + \text{Mn21} + \text{Mn22} + \text{Mn23} + \text{Mn24} + \text{Mn25} + \text{Mn26} + \text{Mn27} + \text{Mn28} + \text{Mn29} + \\ &\quad \text{Mn30} + \text{Mn31} + \text{Mn32} + \text{Mn33} + \text{Mn34} + \text{Mn35} + \text{Mn36} + \text{Mn37} + \text{Mn38}) \\ &= 18876.98 + (849.94 + 832.83 + 810.01 + 787.19 + 561.77 + 391.63 + 73.02) + (393.87 + 598.95 + 541.91 + 484.86 + 427.82 + 370.78 + 313.74 + 256.69 + 199.65 + 142.61 + 85.56 + 28.52 + 28.52 + 85.56 + 142.61 + 199.65 + 256.69 + 313.74 + 370.78 + 427.82 + 484.86 + 541.91 + 598.95 + 655.99 + 713.04 + 747.26 + 764.37 + 787.19 + 810.01 + 832.83 + 849.94) \\ &\quad + \\ &= 18876.98 + 4306.38 + 13456.68 \\ &= 36640.04 \text{ kNm} \end{aligned}$$

maka, $36640.04 \text{ kNm} > 2174.43 \text{ kNm}$ OK....

4.1.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} \mu &= 90434.482 \text{ kgm} = 904.34482 \text{ kNm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ P_u &= 23514.145 \text{ kg} = 235141.45 \text{ N} & \beta &= 0.9 \\ P_n &= \frac{23514.145}{0.65} = 36175.61 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat Nominal Penampang :
 untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan
 Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A'st \ 1 \quad 38 \quad D \quad 22 &= 38 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 14450.9 \text{ mm}^2 \\ A'st \ 2 \quad 38 \quad D \quad 22 &= 38 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 14450.86 \text{ mm}^2 \\ d' &= 75 \text{ mm} \\ b &= 7600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned} \text{Kontrol } \Sigma H &= 0 \\ C_c + C_s - T_s - P_n &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c \\ C_s \text{ (Baja tertekan)} &= A'st \cdot f'_s1 \\ T_s \text{ (Baja tertarik)} &= A'st \cdot f_s2 \end{aligned}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nc} = C_c \times \frac{h}{2} - \frac{a}{2}$$

$$\begin{aligned} M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d'1) \\ M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d'2) \\ M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{\mu}{\phi} \end{aligned}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f'_s = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0.003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$\begin{aligned} C_c + C_s - T_s - P_u &= 0 \\ 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + A'st \cdot f'_s - A'st \cdot f_s - P_u &= 0 \\ (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'st \cdot \left(\frac{600 (c - d1)}{c} \cdot 0.003 \right) \cdot 200000 - A'st \cdot f_y - P_u &= 0 \\ (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'st \cdot \frac{(600 (c - d1))}{c} - A'st \cdot f_y - P_u &= 0 \end{aligned}$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A'st \cdot 600 (c - d')) - (A'st \cdot f_y - P_u) c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$\begin{aligned} (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A'st \cdot 600 \cdot c - A'st \cdot 600 \cdot d') - (A'st \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c &= 0 \\ (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A'st \cdot 600 - A'st \cdot f_y - P_u) c - A'st \cdot 600 \cdot d' &= 0 \\ (0.85 \times 30 \times 0.85 \times 7600) c^2 + (14450.9 \times 600 - 14451 \times 300 \\ - 361756.08) c - (14450.86 \times 600 \times 75) &= 0 \end{aligned}$$

$$164730 c^2 + 3973501.066 c - 650288571 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai $c = 51.916 \text{ mm}$

$$a = \beta \times c = 0.85 \times 51.916 = 44.129 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{s1} = 0.003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0.003 \cdot \frac{75 - 51.916}{51.916} = 0.001334$$

$$\epsilon_{s2} = 0.003 \cdot \frac{d - c}{c} = 0.003 \cdot \frac{230 - 51.916}{51.916} = 0.010291$$

$$f'_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.001334 = 266.778 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 266.778 \text{ Mpa}$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.010291 = 2058.120 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$= 0.85 \times 30 \times 44.129 \times 7600$$

$$= 8552187.462 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' t \times f'_s$$

$$= 14450.9 \times 266.778$$

$$= 3855174.242 \text{ N}$$

$$T_s = A_s' t \times f_s$$

$$= 14450.9 \times 300$$

$$= 4335257.143 \text{ N}$$

Kontrol :

$$C_c + C_s - T_s + P_n = 0$$

$$8552187.5 + 3855174.242 - 4335257.143 + 361756.0769 = 0$$

$$8433860.64 = 0 \quad \text{N Ok}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$M_{nc} = C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 8552187.462 \times \left(\frac{350}{2} - \frac{44.13}{2} \right)$$

$$= 1307933346.589 \text{ Nmm} = 1307.933 \text{ kNm}$$

$$M_{n1} = C_s \cdot \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$= 3855174.242 \times \left(\frac{350}{2} - 75 \right)$$

$$= 385517424.174 \text{ Nmm} = 385.5174242 \text{ kNm}$$

$$M_{n2} = T_s \cdot \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$= 4335257.143 \times \left(\frac{350}{2} - 75 \right)$$

$$= 433525714.3 \text{ Nmm} = 433.526 \text{ kNm}$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2}$$

$$= 1307933346.589 + 385517424.174 + 433525714.286$$

$$= 2126976485.0 \text{ Nmm}$$

$$= 2126.976 \text{ kNm}$$

$$M_n = 2126.976 \text{ kNm} > M_n \text{ Perlu} = 904.345 \text{ kNm} \quad \text{.....Ok}$$

4.2 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 2

Data Perencanaan

- Kuat Tekan Beton (f'_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 300 Mpa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0.65
 - Geser Φ : 0.65
 - Panjang dinding geser : 7600 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm

Luas penampang dinding geser : 7600 x 350 = 2660000 mm²



4.2.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u &: 56232.683 \text{ kgm} &= 562.32683 \text{ kNm} \\
 P_u &: 3000.10 \text{ kg} \\
 M_n &: \frac{M_u}{\Phi} &= \frac{562.32683}{0.65} &= 865.1182 \text{ kNm} \\
 P_n &: \frac{P_u}{\Phi} &= \frac{3000.1}{0.65} &= 4615.538462 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal D 22
 - Menentukan c (garis netral) dengan trial error
- $c : 653.967 \text{ mm}$

Maka tulangan no 1 - 6 ialah tulangan tekan dan tulangan no 7 - 34 adalah tulangan tarik

- Meng hitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A'_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A'_s 1 \quad 2 \text{ D } 22 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s 11 \quad 2 \text{ D } 22 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As i	mm ²
A's 1	760.571
A's 2	760.571
A's 3	760.571
A's 4	760.571
A's 5	760.571
A's 6	760.571
As 7	760.571
As 8	760.571
As 9	760.571
As10	760.571

As	mm ²
As 13	760.571
As 14	760.571
As 15	760.571
As 16	760.571
As 17	760.571
As 18	760.571
As 19	760.571
As 20	760.571
As 21	760.571
As 22	760.571

As	mm ²
As 24	760.571
As 25	760.571
As 26	760.571
As 27	760.571
As 28	760.571
As 29	760.571
As 30	760.571
As 31	760.571
As 32	760.571
As 33	760.571

As11	760.571
As12	760.571

As 23	760.571
-------	---------

As 34	760.571
-------	---------

Tabel 4.9. Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

- Menghitung jarak masing - masing tulangan terhadap serat penampang atas dan Menghitung jarak masing -masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang (Pusat Plastis)

$d' = \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan As1})$

$$= 52 + 12 + 11$$

$$= 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$\text{Pusat plastis} = \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2} = \frac{7600}{2} = 3800 \text{ mm}$$

$$= 380 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7.5
d2	15
d3	25
d4	35
d5	45
d6	52.5
d7	67.5
d8	92.5
d9	117.5
d10	142.5
d11	167.5
d12	192.5

di	jarak (cm)
d13	217.5
d14	242.5
d15	267.5
d16	292.5
d17	317.5
d18	442.5
d19	467.5
d20	492.5
d21	517.5
d22	542.5
d23	567.5

di	jarak (cm)
d24	592.5
d25	617.5
d26	642.5
d27	667.5
d28	692.5
d29	707.5
d30	715
d31	725
d32	735
d33	745
d34	752.5

Tabel 4.10. Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	372.5
y2	365
y3	355
y4	345
y5	335
y6	327.5
y7	312.5
y8	287.5
y9	262.5
y10	237.5
y11	212.5
y12	187.5

yi	jarak (cm)
y13	162.5
y14	137.5
y15	112.5
y16	87.5
y17	62.5
y18	62.5
y19	87.5
y20	112.5
y21	137.5
y22	162.5
y23	187.5

yi	jarak (cm)
y24	212.5
y25	237.5
y26	262.5
y27	287.5
y28	312.5
y29	327.5
y30	335
y31	345
y32	355
y33	365
y34	372.5

Tabel 4.11. Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitungan regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'1}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s'1 = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{65.4 - 7.5}{65.4} \times 0.003$$

$$= 0.00266$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \longrightarrow \epsilon_{s11} = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c ; \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{168 - 65.4}{65.4} \times 0.003$$

$$= 0.00468$$

ϵ_s i	Nilai
$\epsilon's1$	0.00266
$\epsilon's2$	0.00231
$\epsilon's3$	0.00185
$\epsilon's4$	0.00139
$\epsilon's5$	0.00094
$\epsilon's6$	0.00059
ϵ_s7	0.00010
ϵ_s8	0.00124
ϵ_s9	0.00239
ϵ_s10	0.00354
ϵ_s11	0.00468
ϵ_s12	0.00583

ϵ_s i	Nilai
ϵ_s13	0.00698
ϵ_s14	0.00812
ϵ_s15	0.00927
ϵ_s16	0.01042
ϵ_s17	0.01156
ϵ_s18	0.01730
ϵ_s19	0.01845
ϵ_s20	0.01959
ϵ_s21	0.02074
ϵ_s22	0.02189
ϵ_s23	0.02303

ϵ_s i	Nilai
ϵ_s24	0.02418
ϵ_s25	0.02533
ϵ_s26	0.02647
ϵ_s27	0.02762
ϵ_s28	0.02877
ϵ_s29	0.02946
ϵ_s30	0.02980
ϵ_s31	0.03026
ϵ_s32	0.03072
ϵ_s33	0.03118
ϵ_s34	0.03152

Tabel 4.12. Tabel Regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f's = \epsilon's \times E_s$$

$$f's1 = 0.0027 \times 200000 = 531.1892 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f's11 = 0.0047 \times 200000 = 936.7748 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

f_{si}	Mpa
$f's1$	531.19
$f's2$	462.38
$f's3$	370.63
$f's4$	278.88
$f's5$	187.14
$f's6$	118.32
f_s7	19.30
f_s8	248.67
f_s9	478.04

f_{si}	Mpa
$f's13$	1395.51
$f's14$	1624.88
$f's15$	1854.25
$f's16$	2083.62
$f's17$	2312.99
$f's18$	3459.84
$f's19$	3689.21
$f's20$	3918.58
$f's21$	4147.95

f_{si}	Mpa
$f's24$	4836.05
$f's25$	5065.4
$f's26$	5294.8
$f's27$	5524.2
$f's28$	5753.5
$f's29$	5891.2
$f's30$	5960.0
$f's31$	6051.7
$f's32$	6143.5

fs10	707.41
fs11	936.77
fs12	1166.14

fs22	4377.32
fs23	4606.68

fs33	6235.2
fs34	6304.0

Tabel 4.13. Tabel Hasil murni nilai Tegangan

fs	Mpa
f's1	300
f's2	300
f's3	300
f's4	279
f's5	187
f's6	118
fs7	19
fs8	249
fs9	300
fs10	300
fs11	300
fs12	300

fs	Mpa
fs13	300
fs14	300
fs15	300
fs16	300
fs17	300
fs18	300
fs19	300
fs20	300
fs21	300
fs22	300
fs23	300

fs	Mpa
fs24	300
fs25	300
fs26	300
fs27	300
fs28	300
fs29	300
fs30	300
fs31	300
fs32	300
fs33	300
fs34	300

Tabel 4.14. Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

Cc = Gaya tekan beton

$$= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot c \cdot b$$

$$a = b \cdot c = 0,85 \times 653.967 = 555.872 \text{ mm}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 654 \times 350$$

$$= 4961157.154 \text{ N}$$

$$= 4961.157154 \text{ kN}$$

Untuk daerah tekan

Cs = Gaya tekan tulangan

$$= A's \times f's$$

Cs1 = A's1 x f's1

$$= 760.57 \times 300 = 228171 \text{ N}$$

$$= 228.171 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik

Ts = Gaya tarik tulangan

$$= A_s \times f_s$$

Ts11 = As11 x fs11

$$= 760.6 \times 300 = 228171.43 \text{ N}$$

$$= 228.17 \text{ kN}$$

Cs i	kN
Cs1	228.17
Cs2	228.17
Cs3	228.17
Cs4	212.11
Cs5	142.33

Ts i	kN
Ts13	228.17
Ts14	228.17
Ts15	228.17
Ts16	228.17
Ts17	228.17

Ts i	kN
Ts24	228.17
Ts25	228.17
Ts26	228.17
Ts27	228.17
Ts28	228.17

Mni	kNm
Mn1	849.94
Mn2	832.83
Mn3	810.01
Mn4	731.78
Mn5	476.80
Mn6	294.73
Mn7	45.87
Mn8	543.75
Mn9	598.95
Mn10	541.91
Mn11	484.86
Mn12	427.82

Mni	kNm
Mn13	370.78
Mn14	313.74
Mn15	256.69
Mn16	199.65
Mn17	142.61
Mn18	142.61
Mn19	199.65
Mn20	256.69
Mn21	313.74
Mn22	370.78
Mn23	427.82

Mni	kNm
Mn24	484.86
Mn25	541.91
Mn26	598.95
Mn27	655.99
Mn28	713.04
Mn29	747.26
Mn30	764.37
Mn31	787.19
Mn32	810.01
Mn33	832.83
Mn34	849.94

Tabel 4.16. Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

Kontrol Mn > Mn Perlu

$$\begin{aligned}
 M_n &= P_n \cdot e = C_c \times y_c + \sum C_s y_i + \sum T_s y_i \\
 &= M_{nc} + (M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} + M_{n4} + M_{n5} + M_{n6} + M_{n7} + M_{n8} + M_{n9} + M_{n10} + \\
 &\quad M_{n11} + M_{n12} + M_{n13} + M_{n14} + M_{n15} + M_{n16} + M_{n17} + M_{n18} + M_{n19} + M_{n20} + \\
 &\quad M_{n21} + M_{n22} + M_{n23} + M_{n24} + M_{n25} + M_{n26} + M_{n27} + M_{n28} + M_{n29} + \\
 &\quad M_{n30} + M_{n31} + M_{n32} + M_{n33} + M_{n34}) \\
 &= 17473.51 + (849.94 + 832.83 + 810.01 + 731.78 + 476.80 + 294.73) + (45.87 + 543.75 + 598.95 + 541.91 + 484.86 + 427.82 + 370.78 + 313.74 + 256.69 + 199.65 + 142.61 + 142.61 + 199.65 + 256.69 + 313.74 + 370.78 + 427.82 + 484.86 + 541.91 + 598.95 + 655.99 + 713.04 + 747.26 + 764.37 + 787.19 + 810.01 + 832.83 + 849.94) \\
 &= 17473.51 + 3996.09 + 13424.25 \\
 &= 34893.86 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

maka, 34893.86 kNm > 865.12 kNm OK....

4.2.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$M_u = 33229.168 \text{ kgm} = 332.29168 \text{ kNm} \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$P_u = 3000.10 \text{ kg} = 30001 \text{ N} \quad \beta = 0.9$$

$$P_n = \frac{3000.1}{0.65} = 4615.54 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$A'_{st1} \quad 34 \quad D \quad 22 = 34 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2$$

$$= 12929.7 \text{ mm}^2$$

$$A_{st5} \quad 34 \quad D \quad 22 = 34 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2$$

$$= 12929.71 \text{ mm}^2$$

$$d' = 75 \text{ mm}$$

$$b = 7600 \text{ mm}$$

Maka

$$\text{Kontrol } \Sigma H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s - P_n = 0$$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_{s'1} \cdot f_{s1}$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nc} = C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{n1} = C_s \cdot (h/2 - d'_1)$$

$$M_{n2} = T_s \cdot (h/2 - d'_2)$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0.003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$C_c + C_s - T_s - P_u = 0$$

$$0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + A'_{st} \cdot f'_s - A_{st} \cdot f_s - P_u$$

$$(0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'_{st} \cdot \left(\left(\frac{c - d_1}{c} \times 0.003 \right) \cdot 200000 - A_{st} \cdot f_y - P_u = 0 \right.$$

$$\left. (0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'_{st} \cdot \left(\frac{600 (c - d_1)}{c} - A_{st} \cdot f_y - P_u \right) = 0 \right.$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A'_{st} \cdot 600 (c - d')) - (A_{st} \cdot f_y - P_u) c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A'_{st} \cdot 600 \cdot c - A_{st} \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0.85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A'_{st} \cdot 600 - A_{st} \cdot f_y - P_u) c - A_{st} \cdot 600 \cdot d' = 0$$

$$(0.85 \times 30 \times 0.85 \times 7600) c^2 + (12929.7 \times 600 - 12930 \times 300 - 46155.385) c - (12929.71 \times 600 \times 75) = 0$$

$$164730 c^2 + 3832758.901 c - 581837143 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai $c = 48.926 \text{ mm}$

$$a = \beta \times c = 0.85 \times 48.926 = 41.587 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{s1} = 0.003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0.003 \cdot \frac{75 - 48.926}{48.926} = 0.001599$$

$$\epsilon_{s2} = 0.003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0.003 \cdot \frac{230 - 48.926}{48.926} = 0.011103$$

$$f'_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.001599 = 319.763 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300.000 \text{ Mpa}$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.011110 = 2220.608 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$= 0.85 \times 30 \times 41.587 \times 7600$$

$$= 8059518.641 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' t \times f'_s$$

$$= 12929.7 \times 319.763$$

$$= 4134448.971 \text{ N}$$

$$T_s = A_s' t \times f_s$$

$$= 12929.7 \times 300$$

$$= 3878914.286 \text{ N}$$

Kontrol :

$$C_c + C_s - T_s + P_n = 0$$

$$8059519 + 4134448.971 - 3878914.286 + 46155.38462 = 0$$

$$8361208.71 = 0 \text{ N} \dots \text{Ok}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$M_{nc} = C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 8059518.641 \times \left(\frac{350}{2} - \frac{41.59}{2} \right)$$

$$= 1242831034 \text{ Nmm} = 1242.831 \text{ kNm}$$

$$M_{n1} = C_s \cdot \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$= 4134448.971 \times \left(\frac{350}{2} - 75 \right)$$

$$= 413444897.1 \text{ Nmm} = 413.4448971 \text{ kNm}$$

$$M_{n2} = T_s \cdot \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$= 3878914.286 \times \left(\frac{350}{2} - 75 \right)$$

$$= 387891428.6 \text{ Nmm} = 387.891 \text{ kNm}$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2}$$

$$= 1242831034 + 413444897.1 + 387891428.6$$

$$= 2044167359.5 \text{ Nmm}$$

$$= 2044.167 \text{ kNm}$$

$$M_n = 2044.167 \text{ kNm} > M_n \text{ Perlu} = 332.292 \text{ kNm} \dots \dots \text{Ok}$$

4.1.3 Penulangan Horizontal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned}
 b_w &= 350 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 7600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= \text{Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 &= \text{Daerah tulangan tekan (c) + } 1/2 \times \text{daerah tulangan tarik} \\
 &= 711 + 3464 = 4175 \text{ mm} \\
 &(\text{d ditinjau dari } l_w)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u & \text{Dimana :} \\
 & & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_u &= 257919.32 \text{ kg} & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 \Phi &= 0.65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{235141.45}{14 \times \frac{2660000}{2660000}} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 4175 \\
 &= 1369202.493 \text{ N} = 136920.25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> \Phi V_c \\
 2579193.20 &> 0.65 \times 1369202.493 \\
 2579193.20 \text{ N} &> 889981.62 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser} \\
 \text{Direncanakan tulangan transversal } \phi &12 \\
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \Phi - V_c \\
 &= 2579193.2 / 0.65 - 1369202.49 \\
 &= 3967989.5 - 1369202.49 = 2598787.04 \text{ N} \\
 &259878.70 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki $\phi 12$

$$\begin{aligned}
 A_v &= 2 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 226.286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} b_w s}{1200 f_y} \\
 226.286 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 120}{1200 \times 300} \\
 226.286 \text{ mm}^2 &\geq 47.926 \text{ mm}^2 \text{ ok....}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 s &= \frac{226.3 \times 300 \times 4175}{2598787} \\
 &= 109.060 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 183 menentukan panjang daerah sendi plastis (l_0) ialah

$$\begin{aligned}
 - \frac{1}{6} \times \text{Bentang bersih dinding geser} \\
 \frac{1}{6} \times 5000 &= 833.333 \text{ mm} \approx 850 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- tinggi komponen struktur pada muka joint

$$\begin{aligned} - t_1 &= 7600 \text{ mm} \\ - t_2 &= 350 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_0) diambil yang terbesar ialah 850 mm

Untuk point 2 t_1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182 Menentukan spasi tulangan transversal sepanjang l_0 ialah

(h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).

$$\begin{aligned} - 6 \times \text{diameter longitudinal} \\ 6 \times 22 &= 132 \text{ mm} \\ - 1/2 \times \text{dimensi minimum komponen struktur} \\ 1/2 \times 350 &= 150 \text{ mm} \\ - s^0 &= 100 + \frac{350 - h_x}{3} \\ &= 100 + \frac{350 - 250}{3} \\ &= 133.333 \text{ mm} \end{aligned}$$

(syarat s^0 harus kurang dari 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100)

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil = 100 mm

Jarak tulangan transversal di luar sendi plastis ditetapkan pada SNI 2487 : 2013 pasal 21.3.5.4

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$\begin{aligned} s &< d/2 \quad \text{atau} \\ s &= 300 \text{ mm} \\ d/2 &= \frac{4175}{2} = 2087.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil ad: = 120 mm

$$\begin{aligned} V_n &= 136920 + 259878.70 = 396799 \text{ kg} \\ \Phi V_n &= 0.65 \times 396799 = 257919 \text{ kg} \\ \Phi V_n &\geq V_u \\ 257919 \text{ kg} &\geq 257919 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

4.1.4 Penulangan Horizontal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 7600 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 350 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= \text{Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 &= \text{tebal selimut beton} + \text{diameter sengkang} + 1/2 \text{ diameter} \\
 &\quad \text{tulangan longitudinal} + \text{jarak antar tulangan longitudinal} \\
 &= 52 + 12 + 11 + 20 = 275 \text{ mm} \\
 &(\text{d ditinjau dari } l_w)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u & \text{Dimana :} \\
 & & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_u &= 42259.775 \text{ kg} & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 \Phi &= 0.65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03 - 2847 - 2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{235141.45}{14 \times \frac{2660000}{2660000}} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 275 \\
 &= 90186.991 \text{ N} = 9018.699 \text{ kg} \\
 V_u &> \Phi V_c \\
 42259.75 &> 0.65 \times 9018.99 \\
 42259.75 \text{ N} &> 58621.544 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Direncanakan tulangan transversal } \emptyset &12 \\
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= \frac{V_u}{\Phi} - V_c \\
 &= \frac{42259.75}{0.65} - 9018.99 \\
 &= 65015.04 - 9018.99 = 55996.39 \text{ N} \\
 &= 55996.34 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Direncanakan tulangan geser } 32 \text{ kaki } \emptyset &12 \\
 A_v &= 32 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 12^2 \\
 &= 3620.571 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} b_w s}{1200 f_y} \\
 3620.57 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 7600 \times 130}{1200 \times 300} \\
 3620.57 \text{ mm}^2 &\geq 1127.40 \text{ mm}^2 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 s &= \frac{3620.6 \times 300 \times 275}{559963} \\
 &= 533.423 \text{ mm} \approx 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 183 menentukan panjang daerah sendi plastis (l_0) ialah

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser

$$1/6 \times 5000 = 833.333 \text{ mm} \approx 850 \text{ mm}$$

- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - t1 = 7600 mm
 - t2 = 350 mm
- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_0) diambil yang terbesar ialah 850 mm
 Untuk point 2 t1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182 Menentukan spasi tulangan transversal sepanjang l_0 ialah :

(h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).

- 6 x diameter longitudinal
- 1/2 x dimensi minimum komponen struktur

$$1/2 \times 350 = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} - s_o &= 100 + \frac{350 - h_x}{3} \\ &= 100 + \frac{350 - 250}{3} \\ &= 133.333 \text{ mm} \end{aligned}$$

(syarat s_0 harus kurang dari 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100)

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil 100 mm

Jarak tulangan transversal di luar sendi plastis ditetapkan pada SNI 2487 : 2013 pasal 21.3.5.4

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$\begin{aligned} s &< d/2 \quad \text{atau} \\ s &= 300 \text{ mm} \\ d/2 &= \frac{275}{2} = 137.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 130 mm

$$V_n = 9018.70 + 55996.34 = 65015.04 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 65015.04 = 42259.78 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$42259.78 \text{ kg} \geq 42259.78 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.1.5. Panjang sambungan lewatan Tulangan Vertikal

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pas 12.2.2

$$l_d = \left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) db$$

dimana : $\Psi_t = 1$ $\Psi_e = 1$ $\lambda = 1$

$$l_d = \left(\frac{300 \times 1 \times 1}{2,1 \times 1 \times \sqrt{30}} \right) 22$$

$$= 573.8 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.3 \times 573.8$$

$$= 745.946 \text{ mm} \approx 750 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.3 sambungan lewatan tidak boleh terjadi pada :

- Dalam join
- 2 x tinggi komponen struktur dari muka joint
 - 2 x 7600 = 15200 mm
 - 2 x 350 = 700 mm
 - nilai yang di pakai 700 mm
- di luar sendi plastis

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- d/4

$$\frac{275}{4} = 68.75 \text{ mm}$$

- 60 mm

Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang terkecil 60 mm

4.2.3. Penulangan Horizontal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned}
 b_w &= 350 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 7600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= \text{Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 &= \text{Daerah tulangan tekan (c) + } 1/2 \times \text{daerah tulangan tarik} \\
 &= 711 + 3464 = 4175 \text{ mm} \\
 &(\text{d ditinjau dari } l_w)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u & \text{Dimana :} \\
 & & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_u &= 200893.98 \text{ kg} & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 \Phi &= 0.65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{30001.00}{14 \times \frac{2660000}{2660000}} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 4175 \\
 &= 1361847.671 \text{ N} = 136184.767 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> \Phi V_c \\
 2008939.80 &> 0.65 \times 1361847.7 \\
 2008939.80 \text{ N} &> 885200.986 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser} \\
 \text{Direncanakan tulangan transversal } \emptyset 12 \\
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= \frac{V_u}{\Phi} - V_c \\
 &= \frac{2008939.80}{0.65} - 1361847.67 \\
 &= 3090676.62 - 1361847.67 = 1728828.94 \text{ N} \\
 &= 172882.89 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki $\emptyset 12$

$$\begin{aligned}
 A_v &= 2 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 226.286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 226.286 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 100}{1200 \times 300} \\
 226.286 \text{ mm}^2 &\geq 39.938 \text{ mm}^2 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 s &= \frac{226.3 \times 300 \times 4175}{1728829} \\
 &= 163.956 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 183 menentukan panjang daerah sendi plastis (l_0) ialah

$$\begin{aligned}
 - \text{1/6 Bentang bersih dinding geser} \\
 1/6 \times 3500 &= 583.33 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- tinggi komponen struktur pada muka joint

$$\begin{aligned} - t1 &= 7600 \text{ mm} \\ - t2 &= 350 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_0) diambil yang terbesar ialah = 600 mm
Untuk point 2 t1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182 Menentukan spasi tulangan transversal sepanjang l_0 ialah

(h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).

$$\begin{aligned} - 6 \times \text{diameter longitudinal} \\ 6 \times 22 &= 132 \text{ mm} \\ - 1/2 \times \text{dimensi minimum komponen struktur} \\ 1/2 \times 350 &= 150 \text{ mm} \\ - s_o &= 100 + \frac{350 - h_x}{3} \\ &= 100 + \frac{350 - 250}{3} \\ &= 133.333 \text{ mm} \end{aligned}$$

(syarat s_o harus kurang dari 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100)

Jarak yang dipakai pada daerah plastis tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil.

Maka jarak yang digunakan = 100 mm

Jarak tulangan transversal di luar sendi plastis ditetapkan pada SNI 2487 : 2013 pasal 21.3.5.4

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} s &< d/2 \quad \text{atau} \\ s &= 300 \text{ mm} \\ d/2 &= \frac{4175}{2} = 2088 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak yang dipakai pada daerah diluar sendi plastis tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil.

Maka jarak yang digunakan = 100 mm

$$V_n = 136184.77 + 172882.89 = 309067.66 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 309067.66 = 200893.98 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$200893.98 \text{ kg} \geq 200893.98 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.2.4. Penulangan Horizontal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 7600 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 350 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= \text{Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 &= \text{tebal selimut beton} + \text{diameter sengkang} + 1/2 \text{ diameter} \\
 &\quad \text{tulangan longitudinal} + \text{jarak antar tulangan longitudinal} \\
 &= 52 + 12 + 11 + 20 = 275 \text{ mm} \\
 &(\text{d ditinjau dari } l_w)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03 -2847 - 2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u & \text{Dimana :} \\
 & & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_u &= 32992.94 \text{ kg} & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 \Phi &= 0.65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03 - 2847 - 2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{30001}{14 \times \frac{2660000}{12}} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 275 \\
 &= 89693.30 \text{ N} = 8969.33 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> \Phi V_c \\
 329929.37 &> 0.65 \times 89693.30 \\
 329929.37 \text{ N} &< 58300.647 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Direncanakan tulangan transversal } \emptyset 12 \\
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= \frac{V_u}{\Phi} - V_c \\
 &= \frac{329929.37}{0.65} - 89693.30 \\
 &= 507583.65 - 89693.30 = 417890.343 \text{ N} \\
 &= 41789.034 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 28 kaki $\emptyset 12$

$$\begin{aligned}
 A_v &= 28 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 3168 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 3168 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 7600 \times 100}{1200 \times 300} \\
 3168 \text{ mm}^2 &\geq 867.227 \text{ mm}^2 \quad \text{.....OK}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 s &= \frac{3168 \times 300 \times 275}{417890.343} \\
 &= 625.427 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 183 menentukan panjang daerah sendi plastis (l_0) ialah

- 1/6 Bentang bersih dinding geser

$$1/6 \times 3500 = 583.33 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$$

- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - t1 = 7600 mm
 - t2 = 350 mm
- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_0) diambil yang terbesar ialah 600 mm
Untuk point 2 t1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182 Menentukan spasi tulangan transversal sepanjang l_0 ialah

(h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum

pada semua muka kolom).

- 6 x diameter longitudinal

$$6 \times 22 = 132 \text{ mm}$$
- 1/2 x dimensi minimum komponen struktur

$$1/2 \times 350 = 150 \text{ mm}$$
- so = $100 + \frac{350 - h_x}{3}$

$$= 100 + \frac{350 - 250}{3}$$

$$= 133.333 \text{ mm}$$

(syarat s_0 harus kurang dari 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100)

Jarak yang dipakai pada daerah plastis tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil.

Maka jarak yang digunakan = 100 mm

Jarak tulangan transversal di luar sendi plastis ditetapkan pada SNI 2487 : 2013 pasal 21.3.5.4

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$s < d/2$ atau

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

$$d/2 = \frac{275}{2} = 137.5 \text{ mm}$$

Jarak yang dipakai pada daerah diluar sendi plastis tidak boleh melebihi nilai syarat terkecil.

Maka jarak yang digunakan = 100 mm

$$V_n = 8969.33 + 41789.03 = 50758.36 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 50758.36 = 32992.94 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$32992.94 \text{ kg} \geq 32992.94 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.2.5. Panjang sambungan lewatan Tulangan Vertikal

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pas 12.2.2

$$l_d = \left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) db$$

dimana : $\Psi_t = 1$ $\Psi_e = 1$ $\lambda = 1$

$$l_d = \left(\frac{300 \times 1 \times 1}{2,1 \times 1 \times \sqrt{30}} \right) 22$$

$$= 573.8 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.30 \times 573.8$$

$$= 745.946 \text{ mm} \approx 750 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.3 sambungan lewatan tidak boleh terjadi pada :

- Dalam joint
- 2 x tinggi komponen struktur dari muka joint
 - $2 \times 7600 = 15200 \text{ mm}$
 - $2 \times 350 = 700 \text{ mm}$
 - nilai yang dipakai 700 mm
- di luar sendi plastis

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

$$- d/4 = \frac{275}{4} = 68.75 \text{ mm}$$

$$- 100 \text{ mm}$$

Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang 60 mm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada Analisa dinding geser dengan bukaan pada bangunan hotel Harves batu didapatkan dimensi dinding geser dengan panjang bentang 760 cm dan tebal 35 cm.
2. Penulangan longitudinal
 - Rangkaian 1 sampai 7 dinding geser membutuhkan tulangan longitudinal masing – masing berjumlah 76 D 22, terbagi sebagai berikut :
 - Kepala dinding geser sebelah kiri terdapat tulangan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 7.5 cm dan 10 cm.
 - Kepala dinding geser sebelah kanan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 7.5 cm dan 10 cm.
 - Badan dinding geser 52 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi antara, 15 cm dan 25 cm.
3. Penulangan Transversal :
 - Rangkaian 1 jumlah tulangan transversal berjumlah 19 $\square$ 12 dengan jarak bervariasi antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar sendi plastis 12 cm, dan pada sambungan berjumlah 14 $\square$ 12 dengan jarak 6 cm.
 - Rangkaian 2 jumlah tulangan transversal berjumlah 31 $\square$ 12 dengan jarak antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar sendi plastis 10 cm, dan pada sambungan berjumlah 14 $\square$ 12 dengan jarak 6 cm.

- Rangkaian 3 sampa 7 tulangan transversal masing – masing berjumlah 26×12 dengan jarak antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar sendi plastis 10 cm, dan pada sambungan berjumlah 14×12 dengan jarak 6 cm.
- Rangkaian 8 jumlah tulangan transversal berjumlah 13×12 dengan jarak 10 cm.

5.2 Saran

Pada analisa struktur dinding geser dengan bukaan untuk gedung bertingkat harus memperhatikan batasan maksimum luas bukaan/lubang yaitu sebesar 5% dari luas dinding geser agar tidak mengurangi kekakuannya. Sehingga dinding geser tersebut dapat bekerja sesuai hasil analisa yang direncanakan.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2487 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI*. Jakarta: BSN.
- Fauziah, Lilik. 2013. *Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa*. *Jurnal Sipil Statik*. Manado: Universitas Sam Ratulagi Manado.
- Paulay, T., Priesly, M.J.N. 1923. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. United States of Amerika: A Wiley Interscience Publication.