

SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER PADA GEDUNG KANTOR
PUSAT STIKES KEPANJEN KABUPATEN MALANG**



Disusun Oleh:

**LEONITO MARTINHO HORNAY
10 21 001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**“STUDI PERENCANAAN DINDING GESER PADA GEDUNG KANTOR PUSAT
STIKES KEPANJEN KABUPATEN MALANG”**

SKRIPSI

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Selasa, 20 Desember 2016
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

Leonito Martinho Hornay

10.21.001

Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Sekretaris

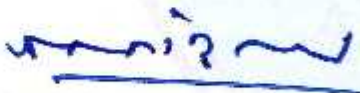


(Ir. Munasih, MT)

12
2017

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Sudirman Indra, Msc)

Dosen Penguji II



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

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

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER PADA GEDUNG KANTOR
PUSAT STIKES KEPANJEN KABUPATEN MALANG**

*Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1 Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh:

LEONITO MARTINHO HORNAY

10.21.001

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. A. Agus Santosa, MT

Ir. Ester Priskasari, MT

Mengetahui:

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang**

Ir. A. Agus Santosa, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“STUDI PERENCANAAN STRUKTUR DINDING GESER PADA GEDUNG KANTOR PUSAT STIKES KEPANJEN KABUPATEN MALANG”**.yang baik dan penuh semangat.Dalam penyusun skripsi Merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program Studi Teknik Sipil S-1,Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan,Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang

Dan penulis tak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapa Ir. Sudirman Indra Msc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing II.
4. Semua Dosen Teknik Sipil ITN Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna.

Demikian jika ada kekurangan Dalam hal isi maupun sistematis penulisannya,oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan proposal skripsi ini dengan baik

Malang, 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Tinjauan Umum	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	2
1.5 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur	5
2.2 Perencanaan Kapasitas	6
2.3 Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik	7
2.4 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa	9
2.4.1 Perhitungan Koefisien Seismik	20
2.5 Dinding Geser (Shear wall)	21
2.5.1 Fungsi Dinding Geser	22

2.5.2 Pola Keruntuhan Dinding Geser	24
2.6 Dinding Geser Berdasarkan Bentuk.....	25
2.7. Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya..	27
2.8. Pendimensian Dinding Geser	34
2.8.1 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Gaya Geser.....	27
2.8.2 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial..	37
2.9. Deformasi Dinding Geser..	41
2.9.1. Deformasi Dinding Geser Bertingkat Banyak Yang Berdiri Sendiri..	41
2.9.2. Deformasi Dinding Geser Berlubang..	42
2.9.3. Kerangka Perencanaan Sistim Dinding geser.....	43
2.10. Puntir (Torsi).....	44
2.10.1 Pengertian Puntir (Torsi).....	44
2.10.2 Persamaan Teoritis Untuk Puntir (Torsi).....	45
2.11. Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat.....	46
2.12. Momen Envelope.....	47
2.13 . Pembebanan Pada Struktur..	48
2.14. Diagram Alur (Flowchart)	53

BAB III DATA PERENCANAAN

3.1. Data Perencanaan	50
3.1.1. Data Bangunan	50
3.1.2 .Data Teknis Bangunan	50

3.1.3 .Mutu Bahan Yang Digunakan.....	50
3.1.4.Data Pembebanan.....	51
3.2. Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser	59
3.2.1. Dimensi Kolom	59
3.2.2 Pendimensian Dinding Geser.....	59
3.3. Pembebanan	63
3.4. Pembebanan Gempa.....	66
3.5. Perhitungan Beban Gempa.....	67
3.6. Perhitungan Beban Gempa.....	76
3.6. Perhitungan Balok T dan Balok I.....	76
3.6.1. Input Dimensi Balok.....	77
3.7. Analisa Statika Pada Staad Pro	83
3.7.1. Menentukan Eksentrisitas Rencana	83
3.7.2 Perhitungan Pusat Kekakuan Struktur (CR)	90

BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

4.1. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 1.....	93
4.1.1. Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X	93
4.1.2. Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z.....	99
4.1.3. Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X.....	101
4.1.4. Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z	103
4.1.5. Panjang Sambungan Lewat Tulangan Longitudinal.....	105
4.2. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 2.....	106
4.2.1. Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X	106

4.2.2. Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z.....	113
4.2.3. Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X.....	115
4.2.4. Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z	117
4.2.5. Panjang Sambungan Lewat Tulangan Longitudinal	119

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	120
5.2. Saran.....	121

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien situs F_a berdasarkan parameter percepeten spektral desain pada periode pendek	12
Tabel 2.2	Koefisien situs F_v berdasarkan parameter percepeten spektral desain pada periode 1 detik	13
Tabel 2.3	Faktor R, C_d, Ω_o	15
Tabel 2.4	Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	16
Tabel 2.5	Faktor keutamaan gempa	17
Tabel 2.6	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_r dan x	19
Tabel 2.7	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	20
Tabel 3.1	Berat Sendiri	67
Tabel 3.2	Klasifikasi situs	69
Tabel 3.3	Kategori Desain Sismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek	69
Tabel 3.4	Kategori Desain Sismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek	70
Tabel 3.5	Kategori Desain Sismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik	71
Tabel 3.6	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_r dan x	72
Tabel 3.7	Gaya Gempa Rateral	75
Tabel 3.8	Eksentrisitas Rencana (e_d)	89

Tabel 3.9	Momen Dan Gaya Gesek Maksimum.....	92
Tabel 4.1	Luas Tulangan pada Masing- masing Serat	88
Tabel 4.2	Jarak Masing- Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas	89
Tabel 4.3	Jarak Masing- Masing Tulangan Terhadap Tegangan-Tegangan penampang	89
Table 4.4	Regangan	90
Table 4.5	Tabel Hasil Murni Nikai Tegangan	91
Table 4.6	Tabel Tegangan yang Dipakai	91
Tabel 4.7.	Tabel Gaya-Gaya yang Bekerja.....	92
Tabe 4.8	Tabel momen Terhadap Titik Berat Penampang	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok dan kaki dinding geser	6
Gambar 2.2	Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_s) di batuan dasar (S_B)...	10
Gambar 2.3	Peta respon spektra percepatan 1 detik (S_s) di batuan dasar (S_B).....	11
Gambar 2.4	Respon spektrum desain.....	13
Gambar 2.5	Tata letak dinding geser	26
Gambar 2.6	Bentuk dinding geser.....	26
Gambar 2.7	Dinding geser dengan bukaan	28
Gambar 2.8	Dinding geser berangkai	28
Gambar 2.9	Dinding geser kantilever	29
Gambar 2.10	Dinding geser kopel	30
Gambar 2.11	Dinding geser yang dihubungkan dengan portal.....	31
Gambar 2.12	Dinding geser yang dihubungkan dengan portal satu bentang.....	32
Gambar 2.13	Bagian tinggi, lebar dan tebal dinding	31
Gambar 2.14	Klasifikasi dinding geser.....	33
Gambar 2.15	Pembatasan Minimum Dimensi Dinding	34
Gambar 2.16	Tata letak dinding geser	45
Gambar 2.17	Gaya gempa arah kiri	47
Gambar 2.18	Gaya gempa arah kanan	47
Gambar 2.19	Gaya vertikal atau gaya gravitasi	48
Gambar 3.1	Perletakan Dinding Geser (Pada Denah).....	56
Gambar 3.2	Portal Melintang.....	57

Gambar 3.3	Portal Memanjang	58
Gambar 3.4	Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser	59
Gambar 3.5	Nilai Spektrum Percepatan Gempa.....	67
Gambar 3.6	Perletakan Balok T Dan Balok L	75
Gambar 3.6	Perletakan Balok T Dan Balok L	75
Gambar 4.1	Diagram Tegangan Dan Rengangan Arah X Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1	99
Gambar 4.2	Diagram Tegangan Dan Rengangan Arah Z Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1	101
Gambar 4.3	Desain Tulangan Tranversal Pada Segmen 1.....	107
Gambar 4.1	Diagram Tegangan Dan Rengangan Arah X Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2	114
Gambar 4.1	Diagram Tegangan Dan Rengangan Arah Z Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2	117
Gambar 4.3	Desain Tulangan Tranversal Pada Segmen 1.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak pada daerah gempa yang aktif, sehingga dalam merencanakan gedung-gedung bertingkat itu hendaknya direncanakan agar dapat menahan beban gempa lateral. Struktur penahan gempa yang selama ini kita kenal adalah portal dan gabungan portal dengan dinding geser (shear wall). Struktur portal sebagai penahan gempa dimensi portal (balok dan kolom) akan bertambah besar jika kita merencanakan gedung dengan tingkat yang lebih tinggi, karena dengan adanya gaya lateral gempa defleksi yang terjadi akan semakin besar. Dinding geser sangat efektif dalam memikul gaya lateral dan membatasi defleksi lateral, Karena kekakuan dinding geser lebih besar dari pada kekakuan portal rangka sehingga dinding geser dapat mengontrol simpangan horizontal yang terjadi serta dapat mengontrol stabilitas struktur secara keseluruhan. Dengan demikian, dinding geser dapat mereduksi jumlah tulangan pada balok dan kolom. Struktur tahan gempa adalah struktur dengan taraf gempa rencana yang menjamin struktur gedung tidak rusak sewaktu mengalami gempa kecil atau sedang. Sedangkan saat mengalami gempa kuat yang lebih jarang terjadi, struktur mampu mempertahankan perilaku perubahan secara dektail dengan memancarkan energi dan membatasi gaya gempa yang masuk ke dalam struktur melalui pola terkendali sehingga tidak mengakibatkan reruntuhan yang fatal. Sebagian besar dari beban lateral

dan gaya geser horizontal yang timbul pada suatu gedung yang di perkuat dengan dinding geser akan di pikul oleh dinding geser tersebut.

1.2.Rumusan masalah

Dalam perencanaan struktur tahan gempa menggunakan Dinding Geser Kantilever (Shear wall) sesuai dengan SNI 03 – 1726 – 2012 dan SNI 03 – 2847 – 2013 pada proyek Pembangunan Gedung STIKES Kepanjen, Kabupaten Malang terhadap beberapa permasalahan antara lain:

1. Menentukan pendetailan khusus pada Dinding Geser Kantilever untuk menjamin agar perilaku struktur tetap tegar (tetap bertahan) saat terjadi gempa?
2. Beberapa tulangan yang digunakan untuk perencanaan Dinding Geser Kantilever agar dapat menahan gaya lateral (gempa)?
3. Bagaimana gambar penulangan pada dinding geser kantilever?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari pengambilan judul proposal skripsi ini adalah

1. Untuk Menghitung tulangan pendetailan khusus pada Dinding Geser Kantilever untuk menjamin agar perilaku struktur tetap tegar (tetap bertahan) saat terjadi gempa?
2. Untuk Menghitung jumlah tulangan yang digunakan untuk perencanaan Dinding Geser Kantilever agar dapat menahan gaya lateral (gempa)?
3. Untuk menggambarkan penulangan longitudinal dan penulangan transversal pada dinding geser kantilever.

1.4. Batasan masalah

Adapun Manfaat dari perencanaan yang dilakukan,yaitu :

1. Merencanakan dinding geser di gedung utama (bangunan 7 lantai), pada pembangunan gedung STIKES kepanjen yang berlantai 7 dengan menganggap bahwa dinding geser digunakan sebagai dinding geser kantilever
2. Analisa beban gempa adalah gempa statis ekivalen dengan tingkat dektilitas yang digunakan adalah dektilitas penuh
3. Dinding geser dibuat dalam 2 bentuk,dengan berbentuk huruf I atau siku

1.5. Manfaat

Manfaat dari perencanaan yang dilakukan yaitu :

1. Memahami dengan lebih baik perencanaan struktur beton bertulang melalui penerapan langsung ilmu-ilmu struktur beton bertulang yang diperoleh di bangku kuliah
2. Memperoleh keterampilan dalam bidang perencanaan struktur beton bertulang dengan menggunakan dinding geser kantilever
3. Dijadikan sebagai referensi bagi pembaca yang hendak mengetahui dan mendalami ilmu dibidang struktur bangunan beton bertulang khususnya dalam perencanaan dinding geser kantilever.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Perencanaan Terhadap Gempa

Setelah di tinjau dari tata letak struktur, Bangunan yang akan di rencanakan telah memenuhi syarat-syarat analisa beban statik ekuivalen. yang di maksud dengan statik ekuivalen yaitu suatu cara analisa struktur, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban horizontal untuk menirukan pengaruh gempa yang sesungguhnya akibat gerakan tanah.

Adapun syarat-syarat analisa beban statik ekuivalen harus memenuhi:

1. Bangunan mempunyai bentuk sederhana
2. Gedung yang tingginya tidak boleh lebih dari 40 m
3. Strukturnya sangat beraturan
4. Bentuk simetris
5. Tidak terlalu langsing, baik pada denahnya maupun potongannya
6. Distribusi kekuatan sepanjang tinggi bangunan seragam menerus
7. Kekakuan yang terdistribusi merata

Selain itu struktur dapat dihitung sebagai statis equivalent bila memenuhi pasal 7.6 SNI 1726-2012 bilamana $T_c < 3,5 T_s$

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 yang terdapat pada pasal 1-18. Sistem rangka ini ditetapkan sebagai sistem kategori desain seismik B dan harus memenuhi pasal 21.2 .
 - 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 yang terdapat pada pasal 21.3.
 - 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 yang terdapat pada pasal 21.5- pasal 21.8 .
2. Sistem Dinding Struktural (SDS)
 - a. Sistem Dinding Struktural Biasa (SDSB), suatu dinding struktural yang memenuhi ketentuan SNI-2847-2013. Dinding ini memiliki tingkat daktilitas terbatas.

- 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 .

3. Sistem Ganda

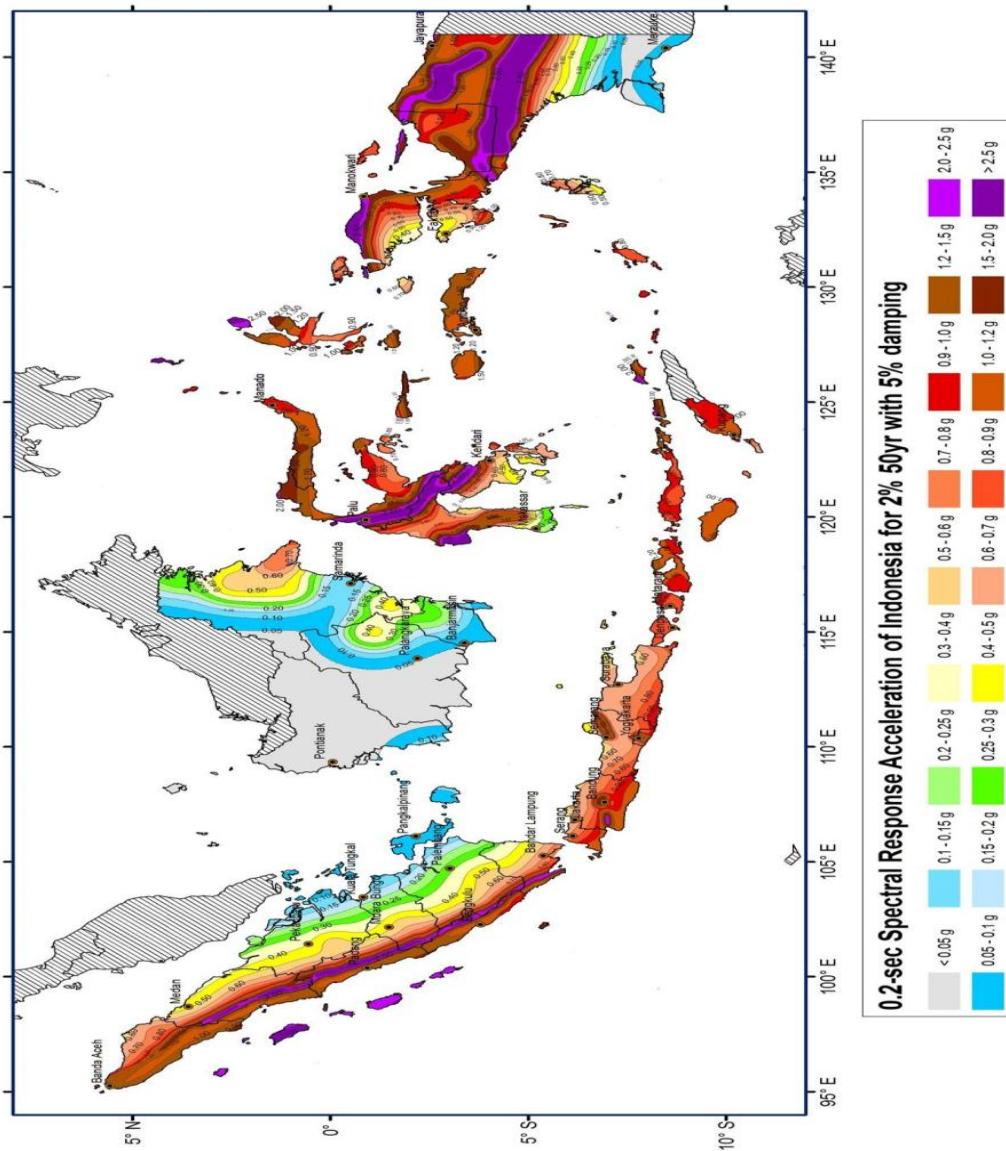
Sistem ini terdiri dari sistem rangka yang digabung dengan sistem dinding struktural. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen berfungsi memikul beban gravitasi. Sesuai tabel 9 di SNI 1726-2012 pasal 7.2.2 ,pasal 7.2.3 dan pasal 7.2.4. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan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

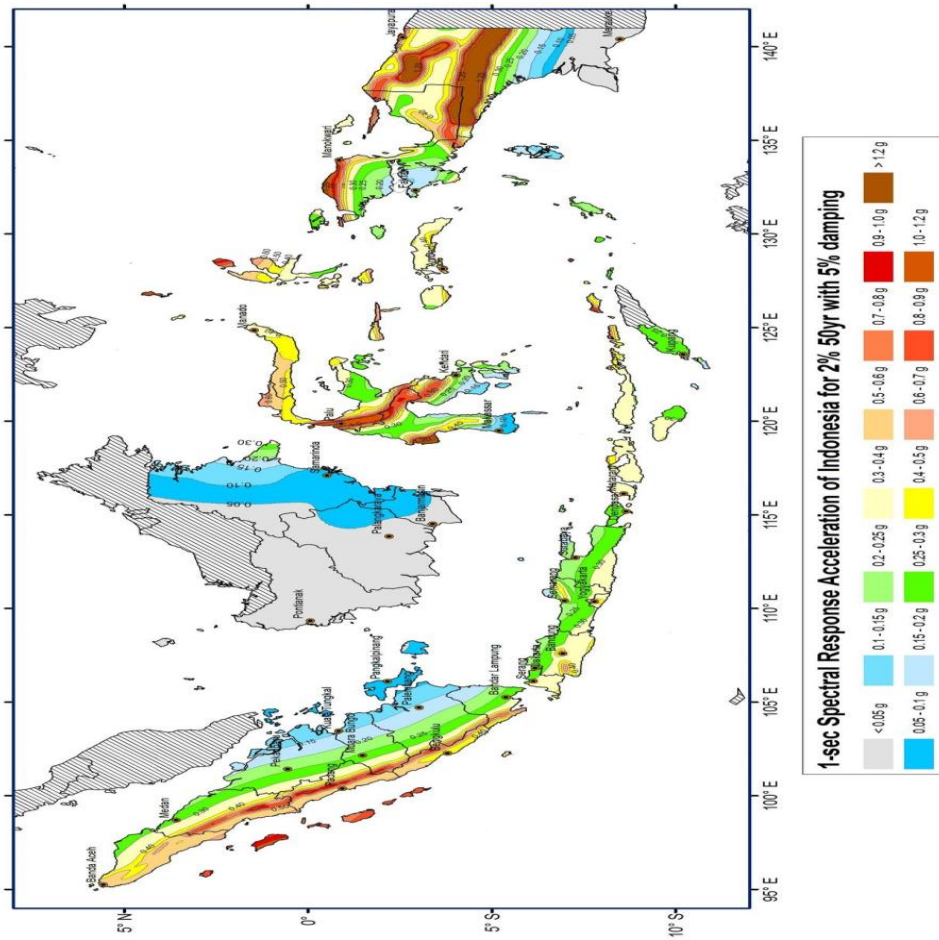
Pada SNI 03-1726-2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta – Peta yang tersedia ini meliputi Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget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

parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCE_R risiko-tertarget pada perioda pendek. S_1 adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCE_R risiko-tertarget pada perioda 1 detik.



Sumber : SNI 1726 – 2012

Gambar 2.1 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 Detik (S_S) di Batuan Dasar (S_B)



Sumber : SNI 1726 – 2012

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 tentukan 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 spektral desain pada periode pendek. (Tabel 2.1)

F_v = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spektral

desain pada 1 detik. (Tabel 2.2)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada perioda 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.

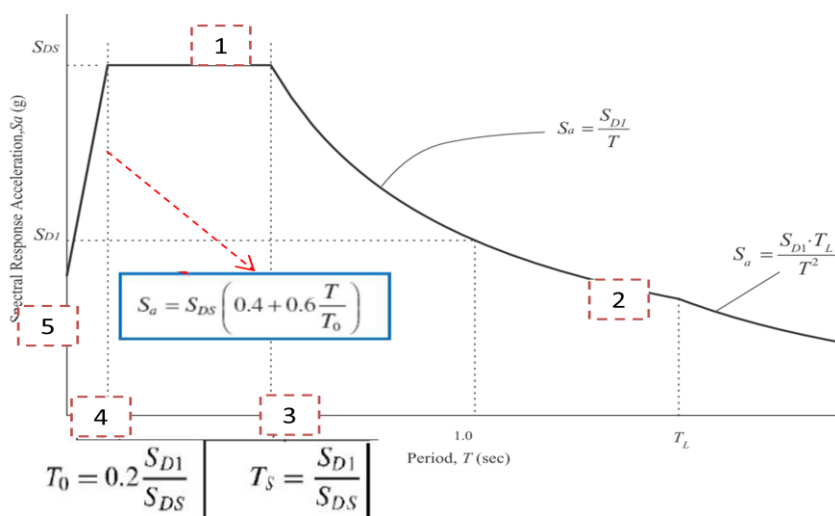
Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T=0,2 detik, S _s				
	S _s 0,25	S _s 0,5	S _s 0,75	S _s 1,0	S _s 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

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 2.2 Koefisin Situs F_v Berdasarkan Parameter Percepatan Spektral desain Pada Periode 1 Detik



Gambar 2.3 Respon Spektrum Desain

Prosedur gaya lateral ekuivalen dalam menentukan geser dasar seismik

menggunakan rumus :

$$V = C_s W$$

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

Batasan Perhitungan C_s

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

$$C_s \text{ min} = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01$$

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.)*

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	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 ^f	12 ^f	12 ^f
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	1¼	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	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	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 canai 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 ^j	10 ^j	TI ^j
4. Dinding geser beton bertulang khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa	5	2½	4½	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	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah	5	2½	4½	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	4½	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	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
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	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22

Sumber Pasal 7.2.2 SNI 1726 :2012

Tabel 2.3 Faktor R ,C_d, Ω₀

**Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung
untuk Beban Gempa**

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>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</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Tabel 2.5 Faktor Keutamaan 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

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

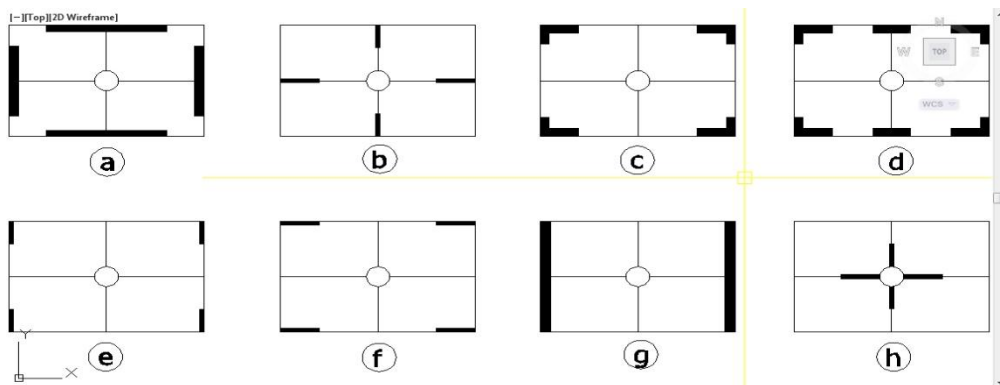
- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 - 2.5 detik maka

2.4. Dinding Geser

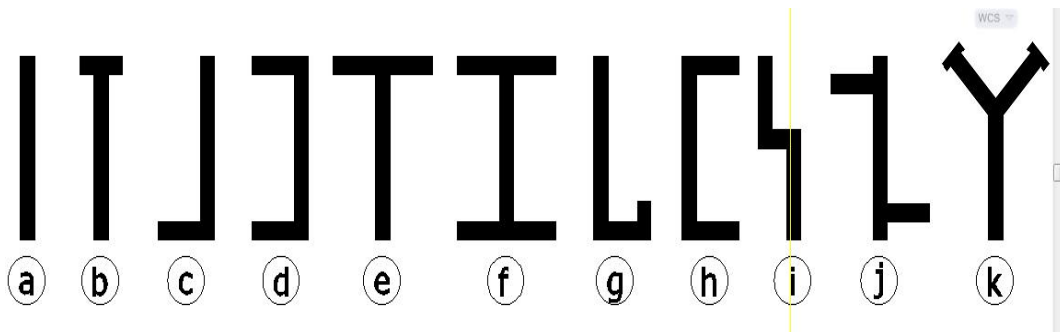
Dinding geser adalah Dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi

2.4.1 Dinding Geser Berdasarkan Bentuk

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi system terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur 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 Tata Letak Dinding Geser

Dimana :

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

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

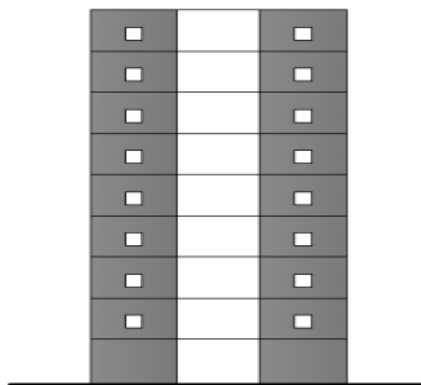
2.4.2 Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya

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 Bukaannya (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.

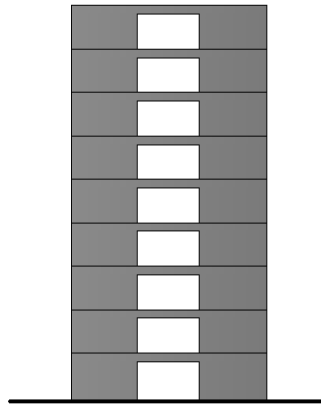
Biasanya bukaan-bukaan tersebut (jendela, pintu, dan sebagainya) ditempatkan pada baris vertikal dan simetris pada dinding sepanjang ketinggian struktur. Penampang dinding pada sisi bukaan ini diikat menjadi satu, baik oleh balok yang terdapat pada dinding, pelat lantai, atau kombinasi keduanya. Seperti yang dapat anda lihat, analisis struktur untuk situasi seperti ini sangat rumit dan bisanya dilakukan dengan persamaan empiris.



Gambar 2.6 Dinding Geser dengan Bukaannya

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.

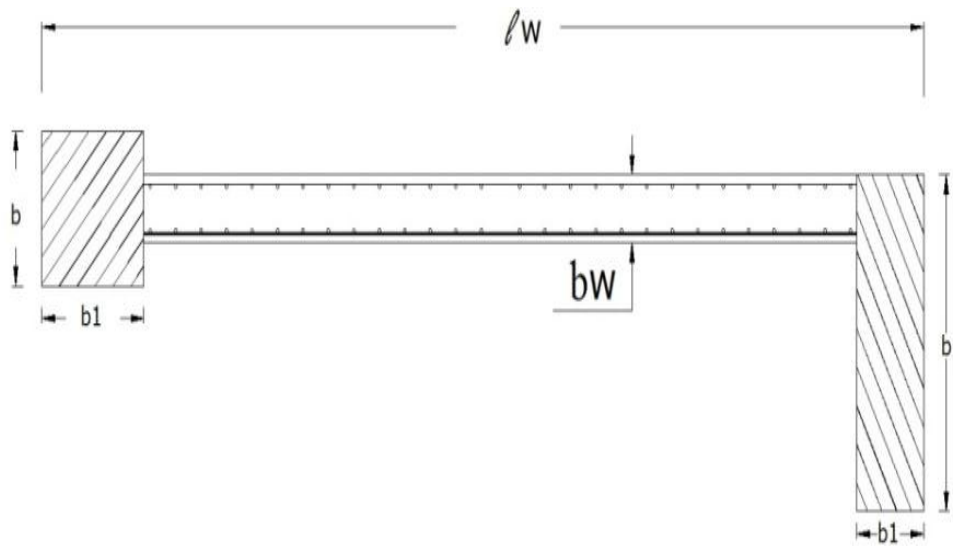


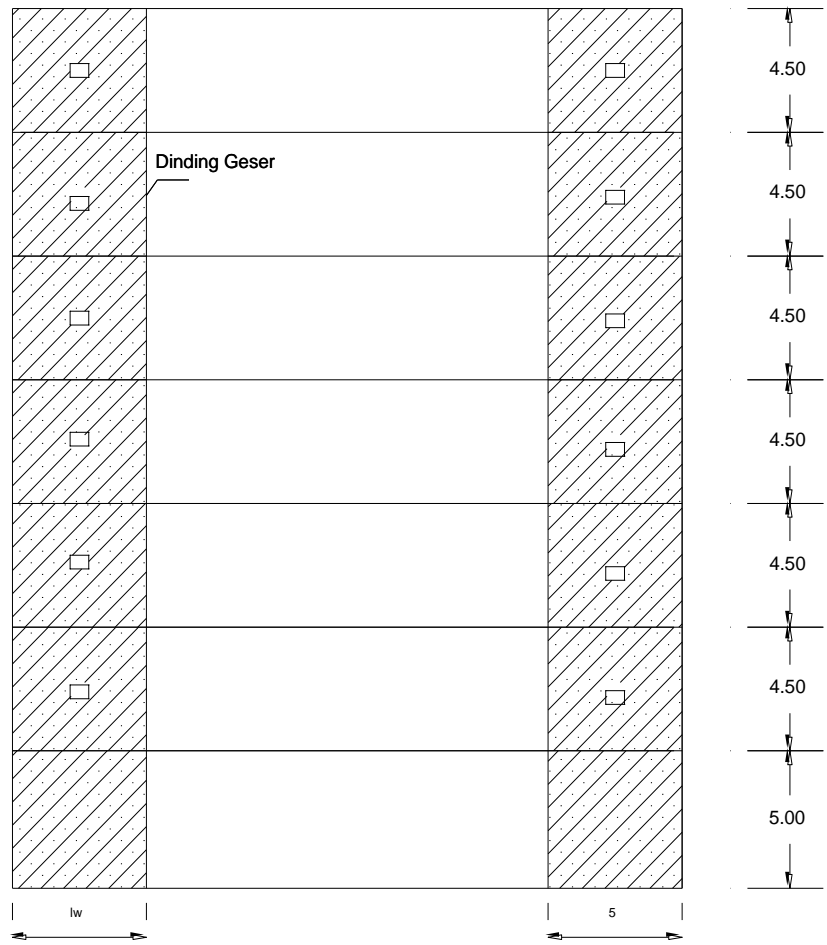
2.7. Dinding Geser berangkai

2.4.3 Perencanaan Dinding Geser dengan Bukaannya

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

Gambar 2.8. Pembatasan dimensi dinding geser





Gambar 2.9. Perletakan dinding geser dari depan.

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

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

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

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

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

$\mu_\phi =$ rasio daktilitas kurva = 5

$bw =$ Tebal dinding geser.

$hw =$ Tinggi dinding perlantai.

$lw =$ Lebar dinding geser.

2.4.4. 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 antar tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm daerah plastis dan pada daerah lain (yaitu daerah elastis) 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi $1/8$ dari tebal dinding geser.

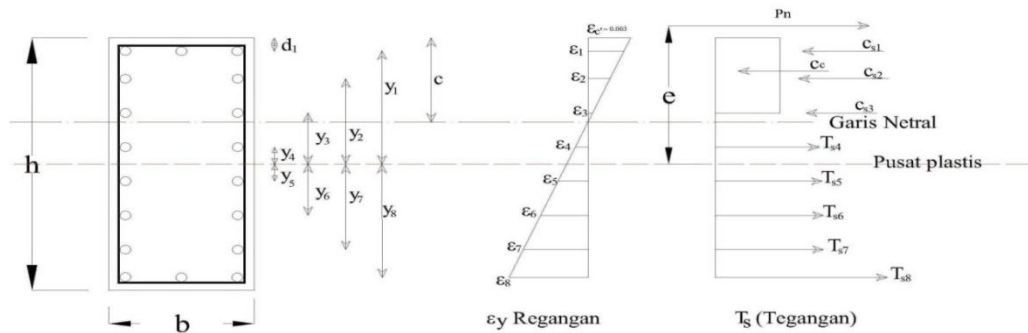
Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan 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 lateral dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekuatan 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 2.10. Perletakan dinding geser dari depan.

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 :

$$\frac{\epsilon s'}{\epsilon c} = \frac{c - d}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon s' = \frac{c - d}{c} \times \epsilon c \quad ; \quad \epsilon c = 0.003$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon s}{\epsilon c} = \frac{d - c}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon c \quad ; \quad \epsilon c = 0.003$$

Dimana : $\epsilon s'$ = regangan tekan

ϵs = regangan tarik

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

ϵc = 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)

ϵ'_s = regangan tekan

ϵ_s = regangan tarik

E_s = modulus elastisitas non prategang = 200000 Mpa

1. Menghitung nilai besarnya gaya – gaya yang bekerja

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

$$C_c = \text{Gaya tekan beton}$$

$$\text{Untuk daerah tekan : } C_s = A'_s \times f'_s$$

$$\text{Untuk daerah tarik : } T_s = A_s \times f_s$$

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

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

2. Menghitung momen nominal (M_n)

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

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

$$\text{Dimana : } a = \beta_1 \cdot c ; \beta_1 = 0.85$$

2.5. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Beban 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 :

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

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 $A_v \geq A_{v_{min}} = 0,062\sqrt{f_c} \frac{b_w \cdot s}{f_y}$ (Pasal

11.4.6.3)

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

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 peralatantetap 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.

1. Beban-gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen struktur gedung menurut Peraturan Perencanaan pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI – 1.3.53.1987) yang digunakan adalah

a. beton Bertulang	: 2400 kg/m ³
b. adukan dari semen (per cm tebal)	: 21 kg/m ²
c. Penggantung	: 11 kg/m ²
d. Plafon	: 7 kg/m ²

2.7. Dasar teori umum perencanaan struktur portal dengan portal dan dinding geser 3D dengan bantuan program bantu STAAD-Pro.

2.7.1. Pengertian program STAAD-Pro

STAAD-Pro adalah singkatan dari structure analisis and design professional dan merupakan sebuah perangkat lunak (software) yang diperuntukkan untuk semua aspeknya yang berhubungan dengan bentuk struktur keteknikan, model-model pengembangan, analisis dan desain visualisasi hasil.

2.7.2. Kegunaan Program STAAD-Pro

kegunaan program STAAD-Pro dalam menganalisis struktur yaitu :

1. untuk mendesain dengan dimensi dan bentuk penampang yang berbeda.
2. Untuk merencanakan dengan mengkombinasikan pembebanan.
3. Merencanakan dan mengkombinasikan pembebanan.
4. Menganalisis bentuk suatu struktur bila memakai beton dan baja.
5. Dapat merencanakan struktur khusus concrete design, steel design, footing design dan lain – lainnya dengan memasukkan parameter.

2.7.3. Proses operasi program STAAD-Pro

Langkah-langkah dalam mengoperasikan program STAAD-Pro

Masuk dalam program STAAD-Pro.

Struktur file name : (berikan nama file)Enter

Pilih assume new file (nama file baru) Enter

STAAD PRE : untuk memasukan input data

Select type of struktur

Pilih space (3D) untuk Portal 3D

Enter Title : berikan judul, misalnya PORTAL 3D

Unit : Length (m) dan force (kg)

LIBRARY : Menampilkan bentuk – bentuk struktur

Pilih bay untuk portal.

Length X (panjang portal arah sumbu x) = 10

Length Y (panjang portal arah sumbu y) = 14

Bay X (bagian arah x) = 2

Bay Y (bagian arah y) = 3

Length/Bay panjang per bagian diukur dari pusat sumbu Length/bay

X	Length/bay Y
1 = 0,00	1 = 0,00
2 = 5.00	2 = 6.00
3 = 10.00	3 = 10.00

Depth (bagian bentang arah z diukur dari pusat sumbu) untuk 3D

Replace current structure with library ? yes

GEOMETRI : fungsinya untuk merubah bentuk struktur, baik itu menambah (add member/element) maupun menghapus (erase)

PROPERTY : untuk mendimensi

Struktur portal

Prismatic (meter:kg)

Rectangle (bentuk untuk penampang persegi)

Struktur dinding geser

Element

Ketik ketebalan yang direncanakan

CONSTANT

$$E = \text{Elastistas} = 4700 \sqrt{f'c}$$

Density = Berat jenis, untuk beton bertulang = 2400 kg/m³

SUPPORT : Dukungan atau tumpuan portal

Pinned = sendi

Fixed = jepit

Fixed but = rol

LOAD : Pembebanan

Primary (Enter)

Berikan nama : BEBAN MATI

Member

Uniform force (beban merata)

Concreted force (beban terpusat)

Gy (arah beban)

DIF.LOAD : untuk memasukan baru

Diff. Load

New load

Berikan judul : BEBAN GEMPA

Joint Load

Fx (arah beban gempa)

COMBINATION : Mengkombinasikan baban yang bekerja

Kombinasi 1

1,2 D + 1,6 L

Kombinasi 2

1,05 D + 0,8 L + 1,05 E

Kombinasi 3

1,05 D + 0,8 L + 1,05 E

CONCRETE DESIGN

Parameter yang perlu diisikan :

ACI : mendekati standart SK SNI T-15 1991-03

Dalam tugas akhir ini direncanakan dengan mutu beban

$f_y = 300 \text{ Mpa}$ dan $F_c = 30 \text{ Mpa}$

Fy : tegangan leleh pertama baja

$$= 300 \text{ Mpa} = 30000000 \text{ kg/m}^2$$

Fc : kekuatan tekan beton

$$= 30 \text{ Mpa} = 3000000 \text{ kg/m}^2$$

Depth : tinggi balok

Width : lebar balok

Selimut beton

CLT : selimut beton atas = 0,02 m

CLB : selimut beton bawah = 0,02 m

CLS : selimut beton samping kiri dan kanan = 0,02 m

Standart SK SNI T-15-1991-03 menetapkan untuk selimut beton minimum pada dinding yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah setebal 20 mm – 0,02 m

Design Beam : untuk mendesain balok

Design kolom : untuk mendesain kolom

Concrete take off : menghitung volume beton dan tulangan

End concrete design : mengakhiri analisis beton

Analisis : memberikan perintah kepada computer untuk menganalisis input data yang telah dimasukkan.

Perform analisis : agar struktur dihitung menyeluruh

Print all : untuk mencetak semua hasil perhitungan

Save : menyimpan input data yang ada pada staad pro

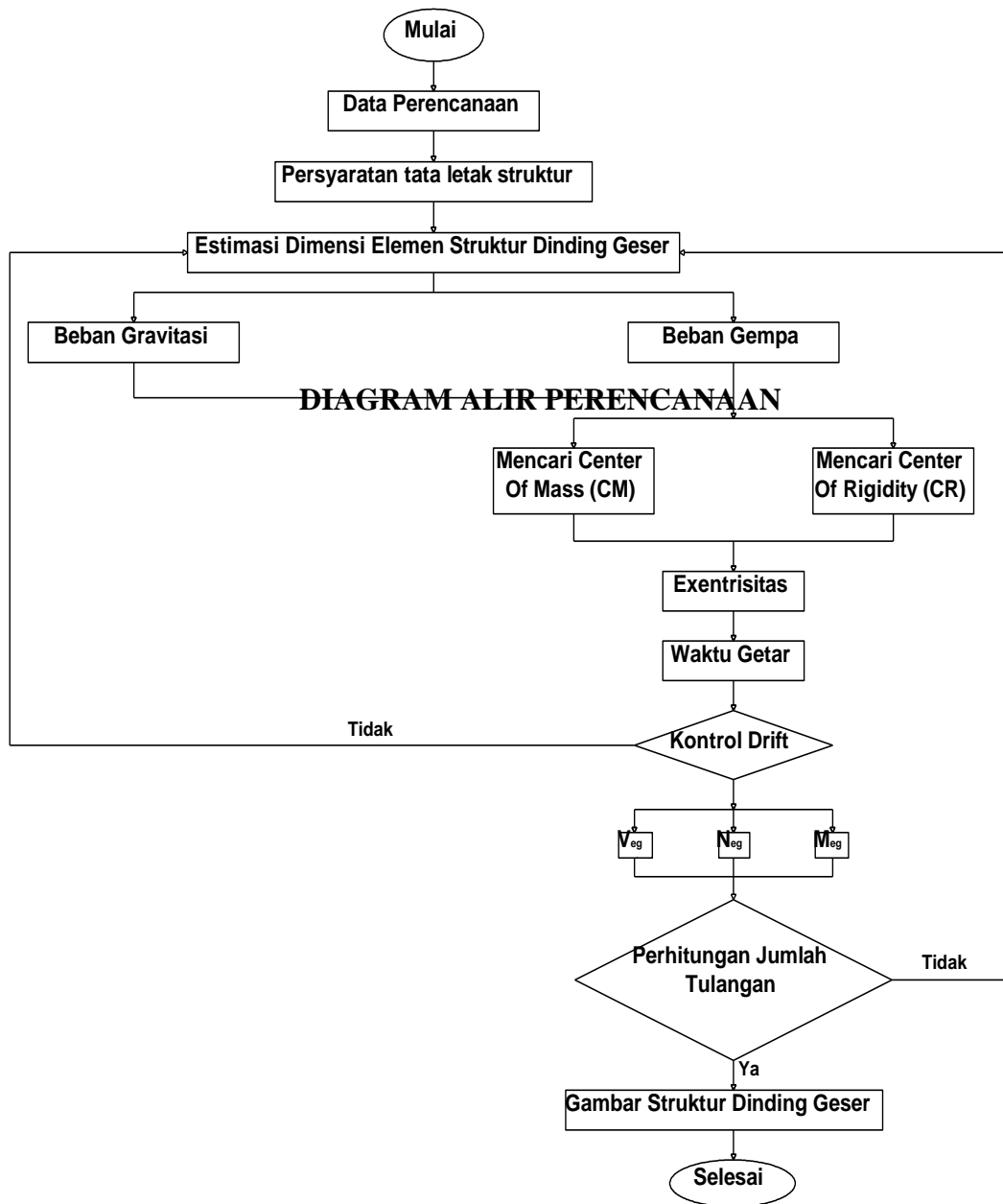
Exit : keluar dari staad pro

Langkah selanjutnya yaitu menganalisa input data yang telah kita masukkan dalam staad melalui staad-pro

Staad – Pro : untuk menganalisis input data dari Staad pre

Jika analisis tidak ada problem maka hasil analisis dapat kita lihat melalui staad- post.jika staad pro tidak merunning maka ada kesalahan pada input data pada staad pre,langkah selanjutnya yaitu memperbaiki data input pada staad pre melali editor

Staad post : untuk melihat hasil analisis



BAB III DATA PERENCANAAN

3.1 Data - Data perencanaan

Data umum Pembangunan Kantor Pusat STIKES Kepanjen adalah sebagai berikut :

- Nama Gedung : Kantor STIKES
Kepanjen Kab.Malang
- Lokasi Bangunan : Kabupaten Malang Jawa
Timur
- Fungsi Bangunan : Kantor
- Tinggi Bangunan : 32 m
- Tinggi lantai 1 : 5 m
- Tinggi perlantai (lantai 2 – 7) : 4,5 m
- Jumlah Lantai : 7 lantai
- Tebal plat Lantai : 0.12 m
- Tebal plat Atap : 0.10 m
- Wilayah gempa : Kota Malang
- Struktur Bangunan : Beton Bertulang

3.2 Mutu Bahan Yang Digunakan

- Mutu beton (f_c) : 30 Mpa
- Mutu baja ulir (f_y) : 300 MPa
- Mutu baja polos (f_y) : 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 Gedung 1987 maka beban hidup dan berat sendiri diatur sebagai berikut :

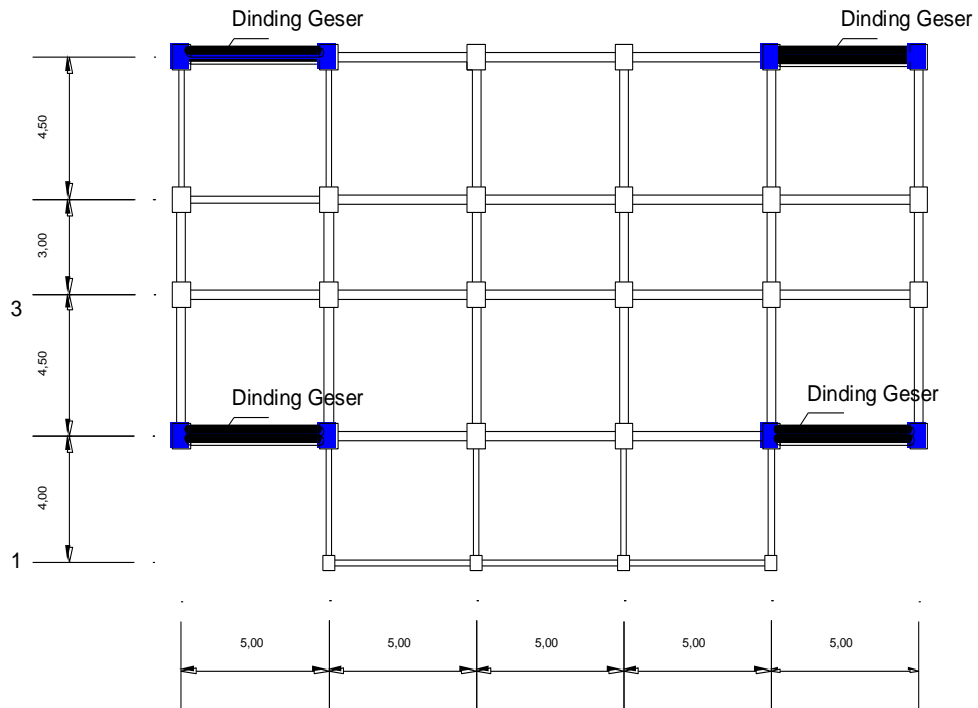
- Berat spesi per 1 cm tebal : 21 kg/m²
- Berat Keramik per 1 cm tebal : 22 kg/m²
- Berat plafond dan + rangka penggantung : 11 + 7 = 18 kg/m²
- Berat pasangan batu merah : 1700 kg/m³
- kaca tebal 12 mm : 30 kg/m²

3.3.2. Data Beban hidup

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

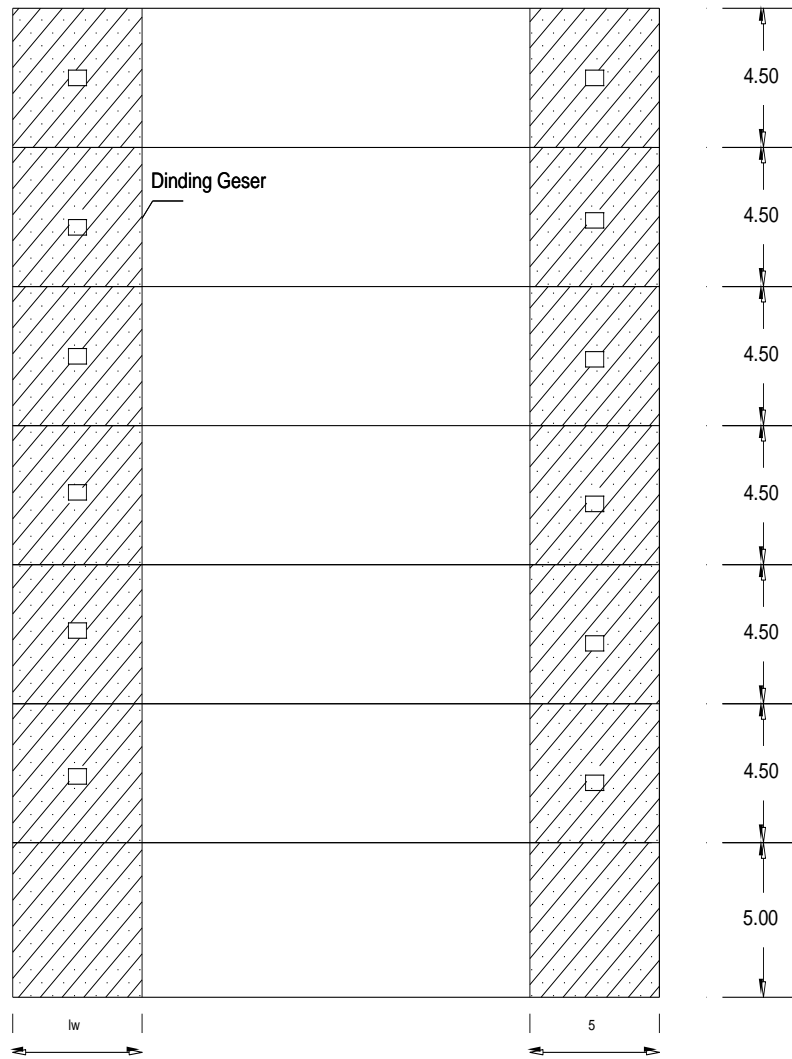
- Beban hidup Kantor lantai 2 sampai : 192 kg/m²
- Beban tangga dan borders : 300 kg/m²
- Berat Jenis Beton bertulang : 2400 kg/m²
- Beban guna/beban hidup atap : 96 kg/m²
- Berat jenis air hujan : 1000 kg/m³
- Ruang Pelengkap : 250 kg/m²
- Ruang Alat – Alat dan Mesin : 500 kg/m²

3.4 Data Gambar Struktur



Denah lantai 1

Gambar 3.1 Perletakan Dinding Geser (Pada Denah)



Gambar 3.2. Perletakan Dinding Geser (Tampak Depan)

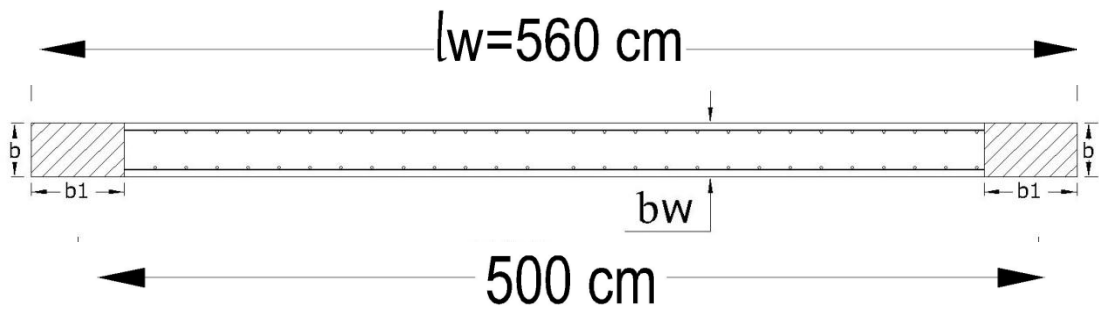
3.5 Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser

3.5.1. Dimensi Kolom

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

3.5.2. Dimensi Balok

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi balok dengan ukuran 35/50 dan 30/50 cm



Gambar 3.3. Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser

Jadi untuk tebal (b_w) Dinding geser *berdasarkan lebar dinding* :

- $l_w = 560 \text{ cm}$
- $b_w = l_w / 25$
 $= 560 / 25$
 $= 22,4 \text{ cm}$

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 :

- $h_1 = 5.0 \text{ m}$
- $h_2 = 4.5 \text{ m}$
- $bw \geq \frac{1}{16} h_1$
 $\geq \frac{1}{16} \times 5.0$
 $\geq 0.31 \text{ m} = 31 \text{ cm} \dots \text{di pakai } bw = 35 \text{ cm}$
- $bw \geq \frac{1}{16} h_2$
 $\geq \frac{1}{16} \times 4.5$
 $\geq 0.281 \text{ m} = 28.1 \text{ cm} \dots \text{di pakai } bw = 35 \text{ cm}$

➤ Maka untuk tebal dinding geser (bw) dipakai 35 cm

Untuk kontrol panjang dinding geser (l_w) = $l_w < l_{w\text{maks}}$

Diambil type dinding geser dengan l_w terpanjang

- $bw = 35 \text{ cm}$
- $h_1 = 500 \text{ cm}$
- $l_w = 560 \text{ cm}$
- $l_{w\text{maks}} = 1,6 \cdot h_1$
 $= 1,6 \cdot 500$
 $= 800 \text{ cm}$
- $l_w = 4.85 \text{ cm} < l_{w\text{maks}} = 800 \text{ cm} \dots \text{(ok)}$

Perhitungan nilai b dan b₁

- $b \geq bw$

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

- $b \geq bc$

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

$$= 0,0171 \cdot 4,85 \cdot \sqrt{5}$$

$$= 0,185 \text{ cm}$$

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

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

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

- $bw \geq \frac{h_i}{16} \geq bc$

$$35 \text{ cm} \geq 31,25 \text{ cm} \geq 0,185 \text{ cm}$$

maka nilai b yang di pakai ialah 35 cm

- $b_1 \geq \frac{bc \cdot lw}{10 \cdot b}$

$$\frac{bc \cdot lw}{10 \cdot b} = \frac{0,185 \times 4,85}{10 \cdot 35}$$

$$= 2,56 \text{ cm}$$

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

$$\frac{bc^2}{b} = \frac{0.185^2}{10.35}$$

$$= \frac{0,034}{350}$$

$$= 9,77 \text{ cm}$$

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

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

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

Maka nilai b_1 dipakai ialah 60 cm

3.6 Pembebanan

- **Perhitungan pembebanan Lantai 2 - 6**

Dimensi plat lantai 2 – 6 dengan ketebalan 0.12 m

Beban hidup

Beban hidup untuk lantai = 192 kg/m

Beban lift dikategorikan beban hidup (ql) karena beban yang bergerak

Lift merek Hyundai dengan kapasitas 8 orang = $2 \times 8 \times 80 = 1280$ Kg

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	22	= 22 Kg/m ²
Beban Equipment	=	1	x	1	x 50 = 50 Kg/m ²
					<hr/>
				qd =	132 Kg/m ²

Beban Mati pada balok

- Balok Memanjang A,B,C,D,E,F

Dimensi balok = Lebar = 0.3 m Tinggi = 0.6 m

Tinggi kolom = 5.0 m

Tebal dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)

Berat Jenis dinding = 1700 kg/m^2

Jadi berat qd = $(5.0 - 0.6) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1122 \text{ kg/m}$

- Balok anak Memanjang line A

Dimensi balok = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.5 m

Tinggi kolom = 5.0 m

Lebar dinding = 0.15

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)

Berat Jenis dinding = 1700 kg/m^2

Jadi berat dinding = $(5.0 - 0.6) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1122 \text{ kg/m}$

- Balok Melintang line 1,2,3,4

Dimensi balok = Lebar = 0.3 Tingggi = 0.6 m

Tinggi kolom = 5.0 m

Lebar dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)

Berat jenis dinding = 1700 kg

Jadi berat qd = $(5.0 - 0.6) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1122 \text{ kg/m}$

- Balok anak Melintang 3

Dimensi balok = Lebar = 0.2 m Tinggi = 0.4 m

Tinggi kolom = 5.0 m

Lebar dinding = 0.15 m

Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)

Berat Jenis dinding = 1700 kg

Jadi berat qd = $(5.0 - 0.4) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1173 \text{ kg/m}$

- **Perhitungan Pembebanan Lantai 2 - 6**

Dimensi plat lantai 2 – 6 dengan ketebalan 0.12 m

Beban hidup

Beban hidup untuk lantai = 250 kg/m

Beban lift dikategorikan beban hidup (ql) karena beban yang bergerak

Lift merek Hyundai dengan kapasitas 8 orang = $2 \times 8 \times 80 = 1280 \text{ Kg}$

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

$$\text{- Berat plafon} = 11 = 11 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{- Berat penggantung} = 7 = 7 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{- Berat spesi tebal 2 cm} = 2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{- Berat keramik per cm} = 1 \times 22 = 22 \text{ kg/m}^2$$

$$q_d = 82 \text{ kg/m}^2$$

Beban Mati pada balok

- Balok Melintang

$$\text{Dimensi balok} = \text{Lebar} = 0.3 \text{ m} \quad \text{Tinggi} = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Tebal dinding} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Panjang dinding} = 1 \text{ m (diambil 1 m Panjang)}$$

$$\text{Berat Jenis dinding} = 1700 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jadi berat dinding} = (4.5 - 0.6) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 995 \text{ kg/m}$$

- Balok anak Memanjang line A

$$\text{Dimensi balok} = \text{Lebar} = 0.2 \text{ m} \quad \text{Tinggi} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar dinding} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Panjang dinding} = 1 \text{ m (diambil 1 m Panjang)}$$

$$\text{Berat Jenis dinding} = 1700 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jadi berat } q_d = 4.5 \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1046 \text{ kg/m}$$

- Balok Melintang line 1,2,3,4
 - Dimensi balok = Lebar = 0.3 m Tinggi = 0.6 m
 - Tinggi kolom = 4.5 m
 - Lebar dinding = 0.15 m
 - Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)
 - Berat Jenis dinding = 1700 kg/m^2
 - Jadi berat qd = $(4.5 - 0.6) \times 0.2 \times 1 \times 1700 = 995 \text{ kg/m}$**

- Balok anak Memanjang line A
 - Dimensi balok = Lebar = 0.2 m Tinggi = 0.4 m
 - Tinggi kolom = 4.5 m
 - Lebar dinding = 0.15 m
 - Panjang dinding = 1 m (diambil 1 m Panjang)
 - Berat Jenis dinding = 1700 kg/m^2
 - Jadi berat qd = $(4.5 - 0.4) \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 1046 \text{ kg/m}$**

3.7 Pembebanan Gempa

- Lantai 2

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	25	x	12	x	0,12	x	2400	=	86.400,00	kg			
Berat Kolom (60/80)	=	4,75	x	0,6	x	0,8	x	2400	x	12	=	65.664,00	kg	
Berat Balok B1 (30/60)	=	153	x	0,3	x	0,6	x	2400	=	66.096,00	kg			
Berat Balok B2 (20/40)	=	50	x	0,2	x	0,4	x	2400	=	9.600,00	kg			
Berat Spesi	=	25	x	12	x	42			=	12.600,00	kg			
Berat dinding geser bw = 35 cm	=	4,75	x	0,35	x	5,6	x	2400	x	4	=	89.376,00	kg	
Berat dinding memanjang	=	4,75	x	0,15	x	72	x	1700	=	87.210,00	kg			
Berat dinding melintang	=	4,75	x	0,15	x	96	x	1700	=	116.280,00	kg			
										<hr/>				
												=	539,826.00	kg

Beban Hidup (WLL)

Beban guna lantai	=	25	x	12	x	250			=	75.000,00	kg				
Beban Lift	=			2	x	640			=	1,280.00	kg				
										<hr/>			=	76.280.00	kg

Beban Total = WDL + WLL = **616,106.00** kg

3.8 Pembebanan Gempa

- Lantai 2 – 6

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	25 x 12 x 0,12 x 2400	=	86.400,00	kg
Berat Kolom (60/80)	=	4,5 x 0,6 x 0,8 x 2400 x 24	=	124.416,00	kg
Berat Balok B1 (30/60)	=	153 x 0,3 x 0,6 x 2400	=	66.096,00	Kg
Berat Balok B2 (20/40)	=	19 x 0,2 x 0,4 x 2400	=	3.648,00	Kg
Berat keramik	=	25 x 12 x 22	=	6.600,00	kg
Berat Spesi	=	25 x 12 x 42	=	12.600,00	kg
Berat dinding geser bw = 35 cm	=	4,5 x 0,35 x 5,6 x 2400 x 4	=	84.672,00	kg
Berat dinding memanjang	=	4,5 x 0,15 x 82 x 1700	=	94.095,00	kg
Berat dinding melintang	=	4,5 x 0,15 x 83 x 1700	=	95.242,50	kg
			=	<u>573.769,00</u>	kg

Beban Hidup (WLL)

Beban guna lantai	=	25 x 12 x 250	=	75.000,00	Kg
Beban Lift	=	2 x 640	=	1.280,00	Kg
			=	<u>76.280,00</u>	kg

Beban Total	=	WDL	+	WLL	=	650.049,00	kg
--------------------	---	-----	---	-----	---	-------------------	----

Lantai 7 (Atap)

Beban Mati (WDL)

Berat Plat Atap t = 10 cm	=	25	x	12	x	0,1	x	2400	=	72.000,00	kg		
Berat Kolom (60/80)	=	2,25	x	0,6	x	0,8	x	2400	x	24	=	62.208,00	kg
Berat Balok B1 (30/60)	=	153	x	0,3	x	0,6	x	2400	=	66.096,00	kg		
Berat Balok B2(20/40)	=	19	x	0,2	x	0,4	x	2400	=	3.648,00	kg		
Berat spesi	=	25	x	12	x	105			=	31.500,00	kg		
Berat dinding geser bw= 35 cm	=	2,25	x	0,35	x	5,6	x	2400	x	4	=	42.336,00	kg
Berat dinding memanjang	=	2,25	x	0,15	x	82	x	1700	=	47.047,50	kg		
Berat dinding melintang	=	2,25	x	0,15	x	83	x	1700	=	47.621,25	kg		
									=	974.466,30	kg		

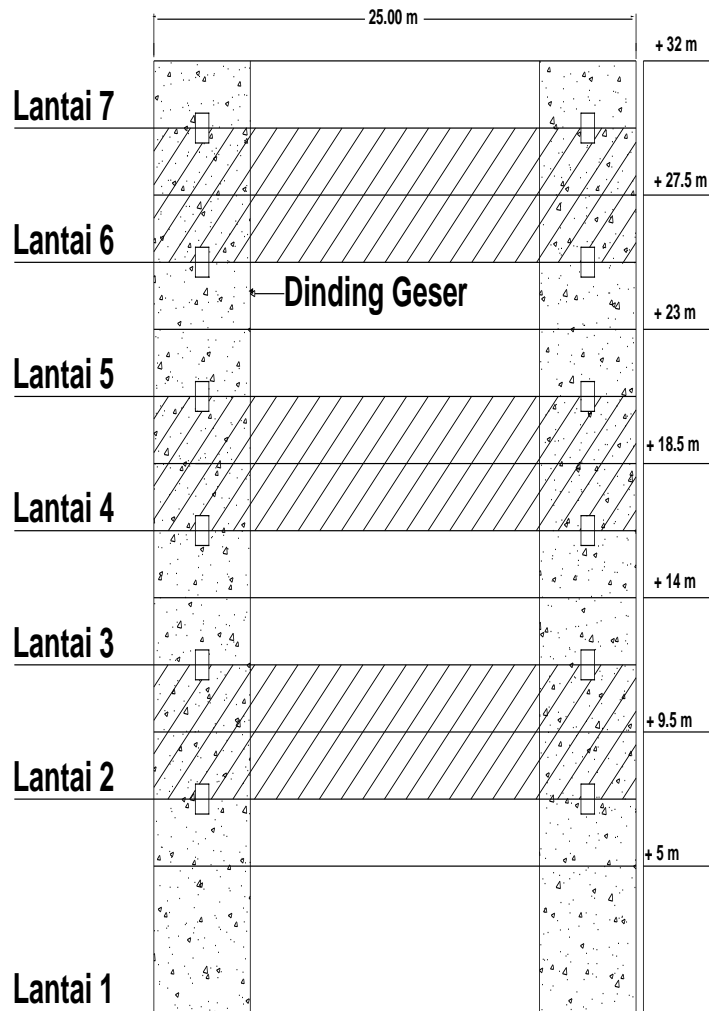
Beban Hidup (WLL)

Beban guna hidup atap	=	25	x	12	x	96	x	0,3	=	86.400,00	kg
Beban Air hujan	=	25	x	12	x	0,05	x	1000	=	15.000,00	kg
									=	87.900,00	kg

Beban Total = WDL + WLL = **975.345,30 Kg**

- Tabel Berat Sendiri

No	TINGKAT	Zi(m)	Wi(kN)
1	7/atap	32	975.345,30
2	6	27,5	650,049.00
3	5	23	650,049.00
4	4	18,5	650,049.00
5	3	14	650,049.00
6	2	9,5	650,049.00
7	1	5	619,106.00
	Total		4,274.507



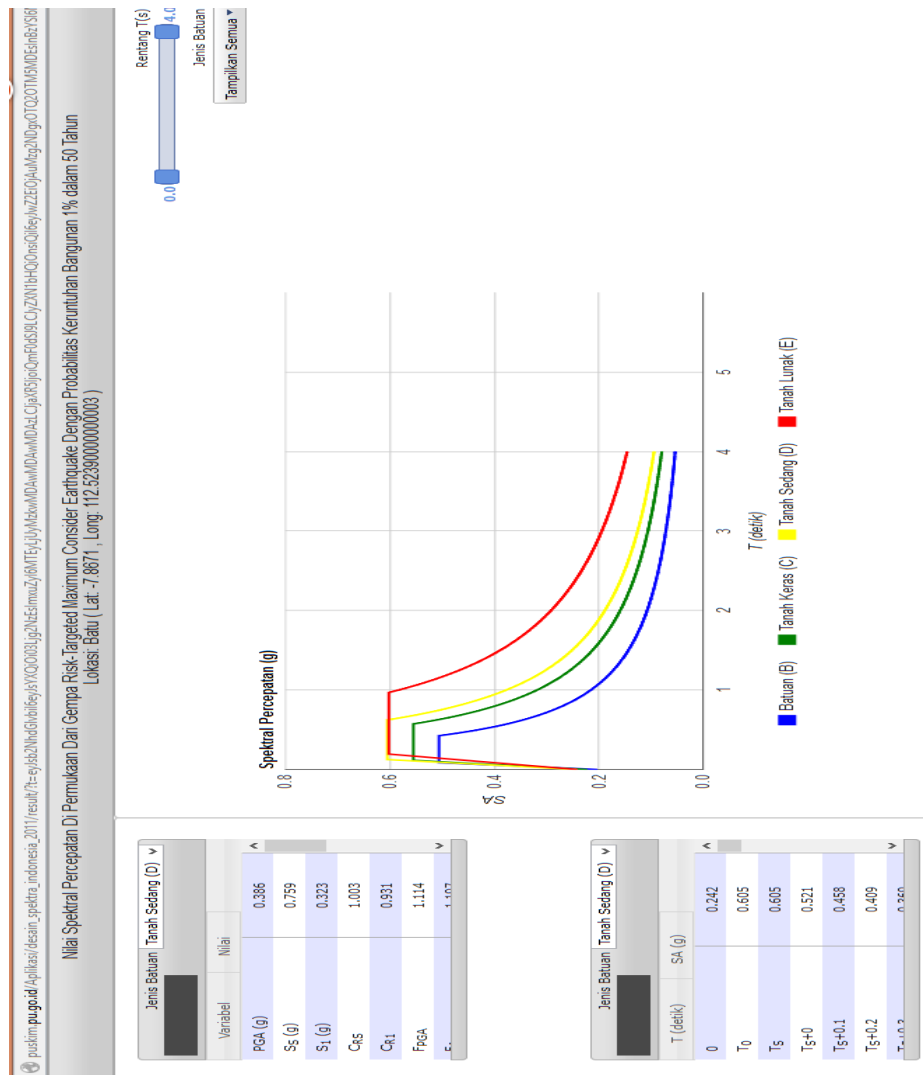
Gambar 3.5. Pembagian Berat per-Lantai pada Bangunan

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 : Kapanjen

- Data di dapat dari : puskim.pu.go.id



Gambar 3.6 Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kepanjen

Maka didapat $S_s = 0.759$ g

$S_1 = 0.323$ g

2. Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan faktor, I_e

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

dan

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

3. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

Kelas Situs	\bar{v}_z (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 $\bar{s}_u < 25kPa$		
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 $H > 3$ m), - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas, $PI > 75$), - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa.		

Sumber : Pasal 5.3 SNI 1726 :2012

Tabel 3.1 klasifikasi situs

4. Menentukan Koefisien Situs Fa dan Fv

Untuk tanah di daerah batu = tanah sedang (SD)

Koefisien situs Fa

- $0.759 S_s = 1,2$ (tabel 2.1 hal 11)
- $0.759 S_s = Fa$
- $1 S_s = 1.1$ (tabel 2.1 hal 11)

Maka untuk mencari nilai Fa pada menggunakan interpolasi

desain pada 1 detik. (Tabel 2.2)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda 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

$$Fa = 1.2 + \frac{1,1-1,2}{1-0,75} \times (0.846 - 0.75) = 1.173$$

Untuk nilai $S_s = 0.759$ g maka di dapat $Fa = 1.173$

Koefisien situs Fv

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

Maka untuk mencari nilai Fa pada menggunakan interpolasi

$$F_v = 1.8 + \frac{1.8-1.6}{0.4-0.3} \times (0.355-0.3) = 1.91$$

Untuk nilai $S_1 = 0.355$ g maka didapat $F_v = 1.91$

5. Menentukan Nilai S_{DS} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek) dan S_{D1} (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik)

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

$$= 2/3 \cdot 1,173 \cdot 0,759$$

$$= 0,593$$

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

$$= 2/3 \cdot 1,91 \cdot 0,323$$

$$= 0,411$$

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 3.2 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Untuk nilai $S_{DS} = 0,593$ maka termasuk kategori desain seismik termasuk kategori

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 :201

Tabel 3.3 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Untuk nilai $S_{DI} = 0.411$ maka termasuk kategori desain seismik termasuk kategori D
Maka dapat disimpulkan Kategori desain seismik untuk tanah sedang pada kota kepanjen adalah D

6. Membuat Spektrum Respon Disain

$$\begin{aligned}
 T_o &= 0,2(S_{DI}/ S_{DS}) & T &= (S_{DI}/ S_{DS}) \\
 &= 0,2(0.377/0.605) & &= 0.452/0.593 \\
 &= 0.137 & &= 0.762
 \end{aligned}$$

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 :

$$T_a = 0.1 N \quad \text{Dimana : } N = \text{Jumlah tingkat}$$

$$T_a = 0,1 \cdot 7$$

$$= 0.7 \quad \text{Batas Perioda maksimum}$$

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

$$S_{DS} = 0.762 \text{ maka } C_u = 1,4$$

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 3.4 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 3.5. 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)

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 32 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Arah X- (sistem struktur lainnya)

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 32 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Maka

$$\begin{aligned} T_a &= 0.0488 \times 25.5^{0.75} \\ &= 0.657 \text{ Detik} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} T_{\max_1} &= 1.4 \times 0.554 \\ &= 0.920 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Maka

$$T_1 = 0.920 \text{ detik}$$

$$T_2 = 0.657 \text{ detik}$$

Maka

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

$$\begin{aligned} T_{\max_2} &= 1.4 \times 0.657 \\ &= 0.920 \text{ Detik} \end{aligned}$$

7. Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELV)

$$\begin{aligned} \text{Cek } T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0.452}{0.662} \\ &= 0.683 \end{aligned}$$

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
- Ω_0 (Faktor Kuat lebih sistem) = 2,5
- C_d (Faktor kuat lebih sistem) = 5

8. Menghitung Nilai Base Shear

$$V = C_s \cdot W$$

Dimana : C_s = koefisien respon seismik

W = Berat seismik efektif

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0.662}{\left(\frac{6.5}{1}\right)} = 0.101$$

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

$$C_s \text{ x} = \frac{0.452}{0.920\left(\frac{6.5}{1}\right)}$$

$$= 0.076$$

$$C_s \text{ y} = \frac{0.377}{0.554\left(\frac{6.5}{1}\right)}$$

$$= 0.106$$

disimpulkan nilai C_s yang dipakai 0.076

$$C_s \text{ min} = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01$$

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

$$= 0.03 \geq 0.101 \quad (\text{OK})$$

Maka nilai $V_x = 0,101 \cdot W$

$$= 0,101 \cdot 4455790.25$$

$$= 4500034,815 \text{ Kg}$$

$$V_y = 0,101 \cdot W$$

$$= 0,101 \cdot 4455790.25$$

$$= 4500034.815 \text{ Kg}$$

9. Menghitung Gaya gempa Lateral F_x

$$T_x = 0.776 \text{ melalui interpolasi didapat} = 1.151$$

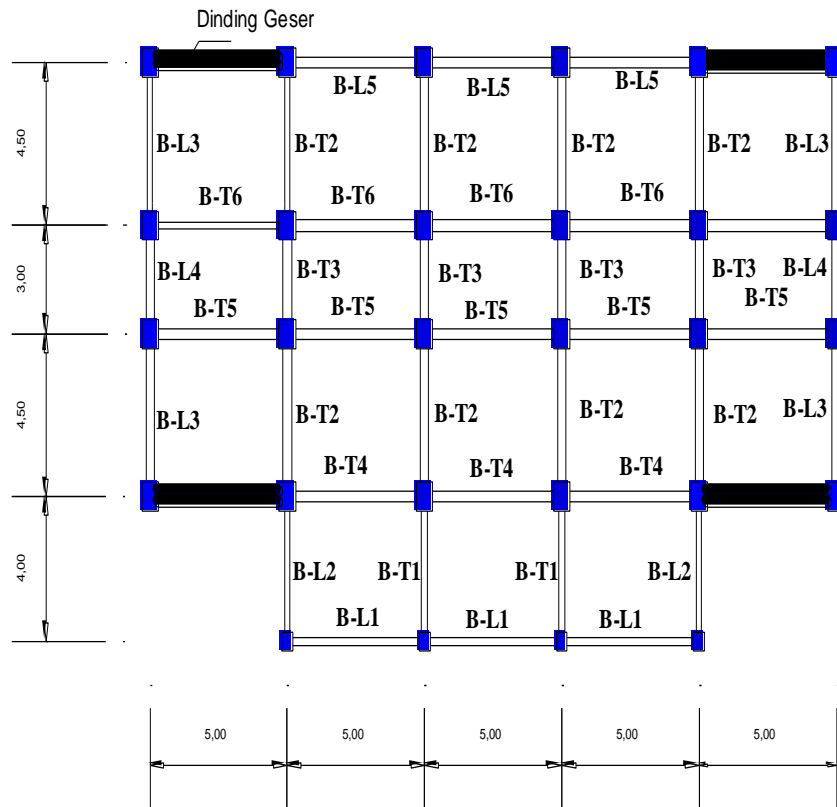
$$T_y = 0.554 \text{ melalui interpolasi didapat} = 1.227$$

$$V_x = 4500034.815 \text{ kg}$$

$$V_y = 4500034.815 \text{ kg}$$

Lantai	Tinggi hi (m)	Weight (Wi) Kg	$W_i \times h_i^2 K_x$	$W_i \times h_i^2 K_y$	Fx (kg)	Fy (kg)	30% * Fx (kg)	30% * Fy (kg)
ATAP 8	32	1,819,320.000	85829359.12	126097802.2	43,016.185	0.000	12904.85545	13520.34383
7	27.5	593,878.500	23672033.05	34198061.38	51,844.782	53,411.395	15553.43457	16023.41865
6	23	593,878.500	19406130.9	27484683.89	42,501.910	42,926.273	12750.57308	12877.88192
5	18.5	593,878.500	15233249.84	21059527.69	33,362.767	32,891.302	10008.83	9867.390577
4	14	593,878.500	11173570.63	14976564.13	24,471.550	23,390.776	7341.464899	7017.23277
3	9.5	593,878.500	7259826.671	9320808.22	15,899.950	14,557.474	4769.984855	4367.242066
2	5	593,878.500	3555922.178	4,251,458.25	7,787.925	6,640.035	2336.377396	1992.010441
Total		3,979,728.500	99941679.02	140146964.98	218,885.068	218,885.068	19,699.656	19,699.656

3.9.Perhitungan Balok T dan Balok L



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

3.9.1. Input Dimensi Penampang Balok

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

$$+ \quad 8 \quad x \quad \text{t kanan}$$

$$8,0 \quad x \quad 120$$

$$+ \quad \frac{1}{2} \quad x \quad \text{L}$$

$$\text{kana}$$

$$n$$

$$0,5 \quad x \quad 4600$$

$$600 = \begin{matrix} 4 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm}$$

$$; \quad + \quad ; \quad x \quad t \text{ kanan} \\ 120 \quad + \quad , \quad x \quad 120 \\ 0$$

$$\frac{1}{/} \quad x \quad L \text{ kanan}$$

2

$$4400 + \frac{0}{5} \times 4400$$

Mm

Mm

5000 mm

4000 - 600

4500 - 600

x t kiri + 8 x

X 120

Mm

x L kiri + 1/2 x

0,5 X 3400

Mm

$$8,0 \quad x \quad t \text{ kiri} \quad + \quad 8 \quad +$$

$$x \quad 120$$

$$1/2 \quad x \quad L \quad + \quad 1/2$$

$$x \quad \text{kiri}$$

$$0,5 \quad x \quad 2400 \quad +$$

3.10. Analisa Statika Pada STAAD PRO

a. 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.

- **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

3.10.1. Menentukan eksentrisitas rencana

1. Mencari pusat masa pada setiap masing- masing lantai dengan menggunakan program bantu Staad pro. Berikut tabel titik kekauan setiap lantai.

No	Lantai	Koordinat Global	
		X	Z
1	1	13.00	6.71
2	2	13.06	6.05
3	3	13.06	6.05
4	4	13.06	6.05
5	5	13.06	6.05
6	6	13.06	6.05
7	7 (ATAP)	12.87	6.14

2. Mencari pusat kekakuan pada setiap masing- masing lantai dengan menggunakan program bantu Staad pro. Maka didapat koordinat titik ke

No	Lantai	Koordinat Global	
		X	Z
1	1	12.5	6.31
2	2	12.5	6.00
3	3	12.5	6.00
4	4	12.5	6.00
5	5	12.5	6.00
6	6	12.5	6.00
7	7 (ATAP)	12.5	6.00

3. Mencari eksentrisitas rencana e_d

Untuk menghitung nilai e (eksentrisitas) pada perhitungan e_d (eksentrisitas tambahan) dihitung sebagai berikut :

e = Nilai koordinat X pada pusat massa – koordinat x pada pusat kekakuan

Hasil e ini hanya berlaku untuk perhitungan pada koordinat e_x . Untuk menilai eksentrisitas arah z menggunakan cara yang sama seperti e_x perbedaannya hanya koordinat yang ditinjau ialah koordinat Z juga sama hasil

❖ Untuk nilai eksentrisitas $0 < e < 0,3 b$

$$e_d = 1,5 e + 0,05 b \text{ atau } e_d = e - 0,05 b$$

persamaan.....(1)

❖ Untuk $e \geq 0,3 b$

$$e_d = 1,33 e + 0,1 b \text{ atau } e_d = 1,17 e - 0,1 b$$

persamaan.....(2)

Dari setiap persamaan, di pilih di antara ke dua rumus itu yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur subsistem struktur gedung yang di tinjau.

➤ **Lantai 1**

$$\text{Dimana : } bx = 25$$

$$bz = 16$$

Untuk eksentrisitas arah x

$$\text{Eksentritas} = 13.00 - 12.5$$

$$= 0.5$$

$$\text{a). } e_x = e \leq 0.3 b$$

$$= 0.5 \leq 0.3 \times 25$$

$$= 0.5 \leq 7.5$$

$$\text{Maka } e_d = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= (1.5 \times 0.5) + (0.05 \times 25)$$

$$= 2$$

$$e_d = e - 0.05b$$

$$= 0.5 - (0.05 \times 25)$$

$$= -0.75$$

Dipakai yang terbesar untuk e_{dx} yaitu : 2 m

Untuk eksentrisitas arah z

$$\begin{aligned}\text{Eksentritas} &= 6.71 - 6.31 \\ &= 0.4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b). } e_z &= e \leq 0.3 b \\ &= 0.4 \leq 0.3 \times 16 \\ &= 0.4 \leq 4.8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } e_d &= 1.5 e + 0.05 b \\ &= (1.5 \times 0.4) + (0.05 \times 16) \\ &= 1.4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}e_d &= e - 0.05b \\ &= 0.4 - (0.05 \times 16) \\ &= -0.4\end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk e_{dz} yaitu : 1.4 m

Jadi, eksentrisitas Rencana untuk lantai 1, $e_{dx} = 2$ m dan $e_{dx} = 1.4$ m

➤ Lantai 2, 3, 4, 5, 6

$$\text{Dimana : } bx = 25$$

$$bz = 12$$

Untuk eksentrisitas arah x

$$\begin{aligned}\text{Eksentritas} &= 13.06 - 12.5 \\ &= 0.56\end{aligned}$$

$$\text{a). } e_x = e \leq 0.3 b$$

$$= 0.56 \leq 0.3 \times 25$$

$$= 0.56 \leq 7.5$$

$$\text{Maka } e_d = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= (1.5 \times 0.56) + (0.05 \times 25)$$

$$= 2.09$$

$$e_d = e - 0.05b$$

$$= 0.56 - (0.05 \times 25)$$

$$= -0.69$$

Dipakai yang terbesar untuk e_{dx} yaitu : 2.09 m

Untuk eksentrisitas arah z

$$\text{Eksentrisitas} = 6.05 - 6.00$$

$$= 0.5$$

$$\text{b). } e_z = e \leq 0.3 b$$

$$= 0.5 \leq 0.3 \times 12$$

$$= 0.5 \leq 3.6$$

$$\text{Maka } e_d = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= (1.5 \times 0.5) + (0.05 \times 12)$$

$$= 1.35$$

$$e_d = e - 0.05 b$$

$$= 0.5 - (0.05 \times 12)$$

$$= -0.1$$

$$= -0.1$$

Dipakai yang terbesar untuk e_{dz} yaitu : 1.35 m

Jadi, eksentrisitas Rencana untuk lantai 2, 3 4, 5, 6, $e_{dx} = 2.09$ m

dan

$e_{dx} = 1.35$ m

➤ **Lantai 7 (atap)**

Dimana : $b_x = 25$

$b_z = 12$

Untuk eksentrisitas arah x

Eksentritas = $12.87 - 12.5$

= 0.37

a). $e_x = e \leq 0.3 b$

= $0.37 \leq 0.3 \times 25$

= $0.37 \leq 7.5$

Maka $e_d = 1.5 e + 0.05 b$

= $(1.5 \times 0.37) + (0.05 \times 25)$

= 1.805

$e_d = e - 0.05 b$

= $0.37 - (0.05 \times 25)$

= -0.88

Dipakai yang terbesar untuk e_{dx} yaitu : 1.805 m

Untuk eksentrisitas arah z

Eksentritas = $6.14 - 6.00$

= 0.14

$$\begin{aligned}
 \text{b). } e_z &= e \leq 0.3 b \\
 &= 0.14 \geq 0.3 \times 12 \\
 &= 0.14 \geq 3.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } e_d &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= (1.5 \times 0.14) + (0.05 \times 12) \\
 &= 0.81 \\
 e_d &= e - 0.05 b \\
 &= 0.14 - (0.05 \times 12) \\
 &= -0.46
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk e_{dz} yaitu : **0.81 m**

Jadi, eksentrisitas Rencana untuk lantai 7 (Atap) $e_{dx} = 1.805 \text{ m}$ dan $e_{dz} = 0.81 \text{ m}$

Lantai	Jarak (m)	
	e_{dx}	e_{dz}
1	2	1.4
2	2.09	2.09
3	2.09	2.09
4	2.09	2.09
5	2.09	2.09
6	2.09	2.09
7/Atap	1.805	0.81

Eksentrisitas Tabel Tabel 3.5 Rencana (e_d)

3.11. Perhitungan Pusat Kekakuan Struktur (CR)

$$\text{Inersia (I)} = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$\text{Kekakuan} = \frac{E \times I}{L}$$

Namun dalam perhitungan ini nilai E-itu sendiri tidak diperhitungkan karena akan di bagi dengan E itu sendiri.

Perhitungan kekakuan portal

1. Kolom persegi 60/60

➤ Untuk $h = 5 \text{ m}$

$$A = b \times h$$

$$A = 60 \times 80 = 4800 \text{ cm}^2$$

$$I = 0$$

$$I = \frac{1}{12} \times 60 \times 80^3 = 2560000 \text{ cm}^4$$

- Kekakuan relatif kolom (K) :

$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000}{5} = 512000 \text{ cm}^4$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{512000}{1000} = 512$$

➤ Untuk $h = 4.5 \text{ m}$

$$A = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 = 720000 \text{ cm}^4$$

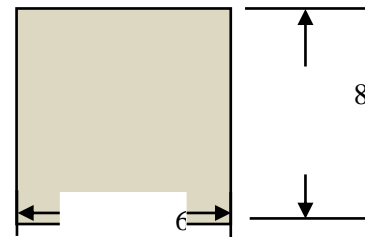
Kekakuan relatif kolom (K) :

$$K = \frac{I}{h} = \frac{720000}{4.5} = 160000$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom (Kc) :



$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{160000}{1000} = 160$$

2. Kolom 40/60

➤ Untuk h = 5 m

$$A = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 = 720000 \text{ cm}^4$$

- Kekakuan relatif kolom (K) :

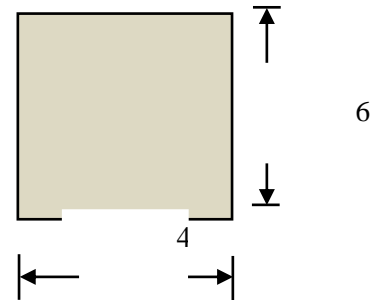
$$K = \frac{I}{h} = \frac{720000}{5} = 144000 \text{ cm}^4$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{144000}{1000} = 144$$



Lt	Mz		Mx		Fz		Fx		Fy	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm
1	56005.6	57074.1	3869.9	3869.9	20141.14	20141.14	318059.1	31286.94	39012.46	37147.1
2	63640.6	63589.8	4147.1	4147.1	26720.92	26720.92	258587.1	253916.4	41768.15	40055.19
3	62297	62753.9	3929.6	3929.6	25273.35	25273.35	199219.4	194548.7	37918.06	36205.09
4	56781.3	57297.9	3638.9	3638.9	22737.35	22737.35	144307.5	139636.8	31694.03	29981.07
5	47905.2	48494.3	3187.3	3187.3	18719.29	18719.29	101036.1	96365.39	25449.36	23522.27
6	36996.3	37563.9	2619.5	2619.5	13227.02	13227.09	63182.8	58512.11	20957.29	19030.2
7	24317.7	24605.6	1593.5	1593.5	8186.587	8186.587	34498.84	33331.16	16411.62	16411.62

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

Tabel 3.6 Momen dan Gaya Geser Maksimum

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada perencanaan struktur dinding geser kantilever sebagai penahan beban gempa pada pembangunan Gedung Stikes Kepanjen dibutuhkan dimensi dinding geser dengan panjang 560 cm dan tebal 35 cm.

2. Penulangan longitudinal

Rangkaian 1 – rangkaian 7 dinding geser membutuhkan jumlah tulangan longitudinalnya masing – masing rangkaian ialah 80 D 22 terbagi sebagai berikut

- Kepala dinding geser sebelah kiri terdapat tulangan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 9.5 cm dan 10 cm.
- Kepala dinding geser bagian kanan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 9.5 cm dan 10 cm.
- Badan dinding geser 56 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 14 cm dan 15 cm

3. Penulangan Transversal :

- Rangkaian 1 jumlah tulangan transversal berjumlah 19 ϕ 12 dengan jarak bervariasi antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar sendi plastis 12 cm, dan pada sambungan berjumlah 14 ϕ 12 dengan jarak 6 cm.
- Rangkaian 2 jumlah tulangan transversal berjumlah 35 ϕ 12 dengan jarak antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar

sendi plastis 10 cm, dan pada sambungan berjumlah 15 ϕ 12 dengan jarak 6 cm.

- Rangkaian 3 sampai 7 tulangan transversal masing – masing berjumlah 36 ϕ 12 dengan jarak antara lain, pada sendi plastis 10 cm, pada luar sendi plastis 10 cm, dan pada sambungan berjumlah 15 ϕ 12 dengan jarak 6 cm.
- Rangkaian 8 jumlah tulangan transversal berjumlah 19 ϕ 12 dengan jarak 10 cm.

5.2. Saran

Pada perhitungan struktur dinding geser untuk gedung bertingkat diperlukan analisa perhitungan yang teliti dan cermat sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Apalagi dinding geser adalah struktur tahan gempa yang juga menentukan kekokohan sebuah gedung bertingkat tinggi dalam masing-masing wilayah gempa yang ada.

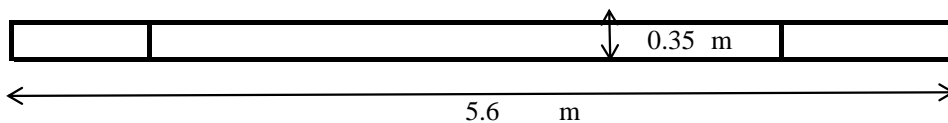
BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

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 : 5600 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm

Luas penampang dinding geser	:	5600	x	350	=	1960000	mm ²
Luas Minimum Dinding geser	:	1%	x	1960000	=	19600	mm ²
Luas Minimum Dinding geser	:	6%	x	1960000	=	117600	mm ²



4.1.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u &: 3869.9 \text{ kgm} &= 38.699 \text{ kNm} \\
 P_u &: 39012.463 \text{ kg} \\
 M_n &: \frac{M_u}{\Phi} &= \frac{38.699}{0.65} &= 59.5369231 \text{ kNm} \\
 P_n &: \frac{P_u}{\Phi} &= \frac{39012.463}{0.65} &= 60019.1738 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 40 D 22
 - Menentukan c (garis netral) dengan trial error
- $c : 749.279 \text{ mm}$

Maka tulangan no 1 - 7 ialah tulangan tekan dan tulangan no 8 - 41 adalah tulangan tarik

- Meng hitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A'_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A'_{s1} &= 2 \text{ D } 22 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_{s7} &= 2 \text{ D } 22 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Luas total tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned}
 A_s &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_{s \text{ total } 80 \text{ D } 22} &= 80 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 30422.86 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol Luas tulangan Tulangan

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ Min}} &< A_{s \text{ terpakai}} < A_{s \text{ maks}} \\
 19600 \text{ mm}^2 &< 30422.857 \text{ mm}^2 < 117600.00 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	760.571	As 16	760.571	As 31	760.571
A's 2	760.571	As 17	760.571	As 32	760.571
A's 3	760.571	As 18	760.571	As 33	760.571
A's 4	760.571	As 19	760.571	As 34	760.571
A's 5	760.571	As 20	760.571	As 35	760.571
A's 6	760.571	As 21	760.571	As 36	760.571
As' 7	760.571	As 22	760.571	As 37	760.571
As 8	760.571	As 23	760.571	As 38	760.571
As 9	760.571	As 24	760.571	As 39	760.571
As10	760.571	As 25	760.571	As 40	760.571
As11	760.571	As 26	760.571	As 41	760.571
As12	760.571	As 27	760.571		
As13	760.571	As 28	760.571		
As 14	760.571	As 29	760.571		
As 15	760.571	As 30	760.571		

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

- Menghitung jarak masing - masing tulangan terhadap serat penampang atas & Menghitung jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang (Pusat Plastik)

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

$$= 47 + 12 + 11$$

$$= 70.0 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{5600}{2} = 2800 \text{ mm} = 280 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)	di	jarak (cm)	di	jarak (cm)
d1	7	d17	220	d33	460
d2	16.5	d18	235	d34	475
d3	26.5	d19	250	d35	490
d4	36.5	d20	265	d36	504
d5	46.5	d21	280	d37	513.5
d6	56	d22	295	d38	523.5
d7	70	d23	310	d39	533.5
d8	85	d24	325	d40	543.5
d9	100	d25	340	d41	553
d10	115	d26	355		
d11	130	d27	370		
d12	145	d28	385		
d13	160	d29	400		
d14	175	d30	415		
d15	190	d31	430		
d16	205	d32	445		

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

y _i	jarak (cm)	y _i	jarak (cm)	y _i	jarak (cm)
y ₁	273	y ₁₇	60	y ₃₃	180
y ₂	263.5	y ₁₈	45	y ₃₄	195
y ₃	253.5	y ₁₉	30	y ₃₅	210
y ₄	243.5	y ₂₀	15	y ₃₆	224
y ₅	233.5	y ₂₁	0	y ₃₇	233.5
y ₆	224	y ₂₂	15	y ₃₈	243.5
y ₇	210	y ₂₃	30	y ₃₉	253.5
y ₈	195	y ₂₄	45	y ₄₀	263.5
y ₉	180	y ₂₅	60	y ₄₁	273
y ₁₀	165	y ₂₆	75		
y ₁₁	150	y ₂₇	90		
y ₁₂	135	y ₂₈	105		
y ₁₃	120	y ₂₉	120		
y ₁₄	105	y ₃₀	135		
y ₁₅	90	y ₃₁	150		
y ₁₆	75	y ₃₂	165		

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

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

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

$$= \frac{74.9279 - 7}{74.9279} \times 0.003$$

$$= 0.00272$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \implies \epsilon_s 8 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c ; \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{85 - 74.9}{74.9} \times 0.003$$

$$= 0.00040$$

ε _{s i}	Nilai	ε _{s i}	Nilai	ε _{s i}	Nilai
ε _s '1	0.00272	ε _s 16	0.00521	ε _s 31	0.01362
ε _s '2	0.00234	ε _s 17	0.00581	ε _s 32	0.01422
ε _s '3	0.00194	ε _s 18	0.00641	ε _s 33	0.01482
ε _s '4	0.00154	ε _s 19	0.00701	ε _s 34	0.01542
ε _s '5	0.00114	ε _s 20	0.00701	ε _s 35	0.01602
ε _s '6	0.00076	ε _s 21	0.00761	ε _s 36	0.01662
ε _s 7	0.00020	ε _s 22	0.00821	ε _s 37	0.01718
ε _s 8	0.00040	ε _s 23	0.00881	ε _s 38	0.01756
ε _s 9	0.00100	ε _s 24	0.00941	ε _s 39	0.01796
ε _s 10	0.00160	ε _s 25	0.01001	ε _s 40	0.01836
ε _s 11	0.00221	ε _s 26	0.01061	ε _s 41	0.01876
ε _s 12	0.00281	ε _s 27	0.01121		
ε _s 13	0.00341	ε _s 28	0.01181		
ε _s 14	0.00401	ε _s 29	0.01241		
ε _s 15	0.00461	ε _s 30	0.01302		

Tabel 4.4 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

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

$$f's1 = 0.0027 \times 200000 = 543.946 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f's8 = 0.0004 \times 200000 = 80.6543 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 80.65 \text{ Mpa}$

fsi	Mpa
f's1	543.95
f's2	467.87
f's3	387.80
fs4	307.72
fs5	227.64
fs6	151.57
fs7	39.46
fs8	80.65
fs9	200.77
fs10	320.89
fs11	441.00
fs12	561.12
fs13	681.23
fs14	801.35
fs15	921.46

fsi	Mpa
fs16	1041.58
fs17	1161.69
fs18	1281.81
fs19	1401.92
fs20	1401.92
fs21	1522.04
fs22	1642.16
fs23	1762.27
fs24	1882.39
fs25	2002.50
fs26	2122.62
fs27	2242.73
fs28	2362.85
fs29	2482.96

fsi	Mpa
fs30	2603.08
fs31	2723.19
fs32	2843.31
fs33	2963.43
fs34	3083.54
fs35	3203.66
fs36	3323.77
fs37	3435.88
fs38	3511.95
fs39	3592.03
fs40	3672.11
fs41	3752.18

Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa
f's1	300
f's2	300
f's3	300
fs4	300
fs5	228
fs6	152
fs7	39
fs8	81
fs9	201
fs10	300
fs11	300
fs12	300
fs13	300
fs14	300
fs15	300

fs	Mpa
fs16	300
fs17	300
fs18	300
fs19	300
fs20	300
fs21	300
fs22	300
fs23	300
fs24	300
fs25	300
fs26	300
fs27	300
fs28	300
fs29	300
fs30	300

fs	Mpa
fs31	300
fs32	300
fs33	300
fs34	300
fs35	300
fs36	300
fs37	300
fs38	300
fs39	300
fs40	300
fs41	300

Tabel 4.6. Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 Cc &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot c \cdot b \\
 a &= b \cdot c = 0,85 \times 749.279 = 636.887 \text{ mm} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 749.279 \times 350 \\
 &= 5684217.814 \text{ N} \\
 &= 5684.217814 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Cs &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \times f_s \\
 Cs1 &= A's1 \times f_s1 \\
 &= 760.57 \times 300 = 228171 \text{ N} \\
 &= 228.171 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Ts &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= A_s \times f_s \\
 Ts8 &= A_s8 \times f_s8 \\
 &= 760.6 \times 81 = 61343.38 \text{ N} \\
 &= 61.34 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Cs i	kN
Cs1	228.17
Cs2	228.17
Cs3	228.17
cs4	228.17
Ts5	173.14
Ts6	115.28
Ts7	30.01
Ts8	61.34
Ts9	152.70
Ts10	228.17
Ts11	228.17
Ts12	228.17
Ts13	228.17
Ts14	228.17
Ts15	228.17

Ts i	kN
Ts16	228.17
Ts17	228.17
Ts18	228.17
Ts19	228.17
Ts20	228.17
Ts21	228.17
Ts22	228.17
Ts23	228.17
Ts24	228.17
Ts25	228.17
Ts26	228.17
Ts27	228.17
Ts28	228.17
Ts29	228.17
Ts30	228.17

Ts i	kN
Ts31	228.17
Ts32	228.17
Ts33	228.17
Ts34	228.17
Ts35	228.17
Ts36	228.17
Ts37	228.17
Ts38	228.17
Ts39	228.17
Ts40	228.17
Ts41	228.17

Tabel 4.7. Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser

Kontrol $\sum H = 0$

$Cc + \sum Cs - \sum Ts + Pn = 0$

$$\begin{aligned}
 Cc + (Cs1+Cs2+Cs3+Cs4+Cs5+Cs6)+(Cs7+ Ts8+Ts9+Ts10+Ts11+Ts12+Ts13+Ts14+ \\
 Ts15+Ts16+Ts17+Ts18+Ts19+Ts20+Ts21+Ts24+Ts25+Ts26+Ts27+Ts28+Ts29+Ts30+ \\
 Ts31+Ts32+Ts33+Ts34+Ts35+Ts36+Ts37+Ts38+Ts39+Ts40+Ts41) + Pn = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5684.22 + (228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 173.14 + \\
 115.28 - 30.01) + (61 + 152.70 + 228.17 + 228.17 + \\
 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + \\
 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + \\
 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + \\
 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + 228.17 + \\
 600.19 = 0
 \end{aligned}$$

$$5684.22 + 1231.12 - 7515.53 + 600.19 = 0$$

$$0.00 = 0$$

- Menghitung Momen Terhadap Titik Berat Penampang

$$M_{nc} = C_c \times y_c$$

$$y_c = h/2 - a/2$$

$$a = \beta \times c$$

Maka

$$a = 0.85 \times 749.279$$

$$= 636.89 \text{ mm}$$

$$y_c = 2800 - 318.4$$

$$= 2482 \text{ mm}$$

$$M_{nc} = 5684.2 \times 2481.6$$

$$= 14105707 \text{ kNmm}$$

$$= 14105.707 \text{ kNm}$$

Untuk daerah tekan

$$M_{n1} = C_{s1} \times y_1$$

$$= 228.2 \times 273$$

$$= 62290.80 \text{ kNcm}$$

$$= 622.91 \text{ kNm}$$

Untuk daerah tarik

$$M_{n8} = T_{s8} \times y_8$$

$$= 61.3 \times 195$$

$$= 11961.96 \text{ kNcm}$$

$$= 119.62 \text{ kNm}$$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	622.91	Mn16	171.13	Mn31	342.26
Mn2	601.23	Mn17	136.90	Mn32	376.48
Mn3	578.41	Mn18	102.68	Mn33	410.71
Mn4	555.60	Mn19	68.45	Mn34	444.93
Mn5	404.28	Mn20	34.23	Mn35	479.16
Mn6	258.22	Mn21	0.00	Mn36	511.10
Mn7	63.03	Mn22	34.23	Mn37	532.78
Mn8	119.62	Mn23	68.45	Mn38	555.60
Mn9	274.86	Mn24	102.68	Mn39	578.41
Mn10	376.48	Mn25	136.90	Mn40	601.23
Mn11	342.26	Mn26	171.13	Mn41	622.91
Mn12	308.03	Mn27	205.35		
Mn13	273.81	Mn28	239.58		
Mn14	239.58	Mn29	273.81		
Mn15	205.35	Mn30	308.03		

Tabel 4.8. Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

Kontrol Mn > Mn Perlu

$$\begin{aligned}
 M_n &= P_n \cdot e = C_c \cdot x \cdot y_c + \sum C_s \cdot y_i + \sum T_s \cdot y_i \\
 &= M_{nc} + (M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} + M_{n4} + M_{n5} + M_{n6} + M_{n7} + (M_{n8} + M_{n9} + \\
 &\quad M_{n10} + M_{n11} + M_{n12} + M_{n13} + M_{n14} + M_{n15} + M_{n16} + M_{n17} + M_{n18} + M_{n19} + \\
 &\quad M_{n20} + M_{n21} + M_{n22} + M_{n23} + M_{n24} + M_{n25} + M_{n26} + M_{n27} + M_{n28} + M_{n29} + \\
 &\quad M_{n30} + M_{n31} + M_{n32} + M_{n33} + M_{n34} + M_{n35} + M_{n36} + M_{n37} + M_{n38} + M_{n39} + \\
 &\quad M_{n40} + M_{n41}) \\
 &= 14105.71 + (622.91 + 601.23 + 578.41 + 555.60 + \\
 &\quad 404.28 + 258.22 + 63.03) + (119.62 + 274.86 + \\
 &\quad 376.48 + 342.26 + 308.03 + 273.81 + 239.58 + \\
 &\quad 205.35 + 171.13 + 136.90 + 102.68 + 68.45 + \\
 &\quad 34.23 + 0.00 + 34.23 + 68.45 + 102.68 + \\
 &\quad 136.90 + 171.13 + 205.35 + 239.58 + 273.81 + \\
 &\quad 308.03 + 342.26 + 376.48 + 410.71 + 444.93 + \\
 &\quad 479.16 + 511.10 + 532.78 + 555.60 + 578.41 + \\
 &\quad 601.23 + 622.91) \\
 &= 14105.71 + 3083.68 + 9649.11 \\
 &= 26838.50 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

maka, 26838.50 kNm > 59.54 kNm OK....

4.1.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 M_u &= 56005.6 \text{ kgm} = 560.056 \text{ kNm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 P_u &= 39012.463 \text{ kg} = 390124.63 \text{ N} & \beta &= 0.85 \\
 P_n &= \frac{390124.63}{0.65} = 600191.74 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A_s 1 &= 40 \text{ D } 22 = 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\
 &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\
 A_s 2 &= 40 \text{ D } 22 = 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\
 &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\
 d' &= 70 \text{ mm} \\
 b &= 5600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka

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

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

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

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s 1 \cdot f'_s 1$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s 2 \cdot f_s 2$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

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

$$\begin{aligned}
Mn1 &= Cs \cdot (h/2 - d1') \\
Mn2 &= Ts \cdot (h/2 - d2') \\
Mn &= Mnc + Mn1 + Mn2 > Mn \text{ perlu} = \frac{Mu}{\Phi}
\end{aligned}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$fs' = \epsilon_s' \cdot Es = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot Es = \frac{600 (c - d')}{c} ; Es : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$Cc + Cs - Ts - Pu = 0$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A'st \cdot fs' - A'st \cdot fs + Pn$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'st \cdot \left(\frac{c - d1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 200000 - A'st \cdot fy + Pn = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A'st \cdot \frac{(600 (c - d1))}{c} - A'st \cdot fy + Pn = 0$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A'st \cdot (600 (c - d') - (A'st \cdot fy + Pn)) \cdot c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A'st \cdot 600 \cdot c - A'st \cdot 600 \cdot d') - (A'st \cdot fy \cdot c) + Pn \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + (A'st \cdot 600 - A'st \cdot fy + Pn) \cdot c - A'st \cdot 600 \cdot d' = 0$$

$$\left(\begin{matrix} 1 \times 30 \times 0,85 \times 5600 \\ \times 300 - 600191,7385 \end{matrix} \right) c^2 + \left(\begin{matrix} 15211,429 \times 600 - 15211,429 \\ \times 600 \times 70 \end{matrix} \right) c - \left(\begin{matrix} 15211,429 \times 600 \times 70 \end{matrix} \right) = 0$$

$$121380 c^2 + 5163620,31 c - 638880000 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai c = 54.333 mm

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 54,333 = 46,183 \text{ mm}$$

Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{70 - 54,333}{54,333} = -0,000865$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{230 - 54,333}{54,333} = 0,009699$$

Nilai masing - masing tegangan

$$f_s = Es \times \epsilon_s = 200000 \times -0,000865 = -173,009 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = -173,009 \text{ Mpa}$

$$f_s = Es \times \epsilon_s = 200000 \times 0,009699 = 1939,887 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Gaya - gaya yang bekerja pada elemen dinding geser

$$\begin{aligned}
Cc &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\
&= 0,85 \times 30 \times 46,183 \times 5600 \\
&= 6594953,876 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cs &= A'st \times f_s \\
&= 15211,43 \times -173,009 \\
&= -2631717,043 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_s &= A_s' \cdot f_s \\
 &= 15211.43 \times 300 \\
 &= 4563428.571 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 C_c + C_s - T_s + P_n &= 0 \\
 6594953.876 + (-2631717.043) - 4563428.571 - 600191.74 &= 0 \\
 &= 0.00 = 0 \text{ N ... Ok}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 6594953.876 \times \left(\frac{350}{2} - \frac{46.183}{2} \right) \\
 &= 1001829054.933 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= -2631717.043 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \\
 &= -276330289.5 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= 4563428.571 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \\
 &= 479160000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\
 &= 1001829054.933 + (-276330289.499) + 479160000 \\
 &= 1204658765.435 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{560.056}{0.65} = 861.62 \text{ kNm}$$

$$M_n = 1204.7 \text{ KnM} > M_n \text{ Perlu} = 861.62 \text{ kNm} \dots\dots\text{Ok}$$

4.1.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned}
 b_w &= 350 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 5600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= 3175 & d &= \text{Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 h &= 5000 \text{ mm} & &= \text{Daerah tulangan tekan (c) + } 1/2 \times \text{daerah tulangan tarik} \\
 & & &= 749 + 2435.5 = 3174.5 \\
 & & &(\text{d di tinjau dari } l_w)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 318059.1 \text{ kg} & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 \Phi &= d & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{390124.63}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 3174.5 \\
 &= 1049262.058 \text{ N} = 104926.206 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> \Phi V_c \\
 3180591 &> 1/2 \times 0.65 \times 1049262.06
 \end{aligned}$$

3180591 N > 341010.1688 N maka diperlukan tulangan geser minimum

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan geser perlu} \quad V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 3180591.0 / 0.65 - 1049262.058 \\
 &= 4893216.92 - 1049262.06 \\
 &= 4788290.72 \text{ N} = 478829.072 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki ϕ 12

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

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 120}{1200 \times 300}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq 47.92572378 \text{ mm}^2 \quad \text{ok...}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \text{ min} \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w} \\
 &= \frac{226.286 \times 300}{0.062 \times \sqrt{30} \times 350} \\
 &= 571.160 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

- 1/6 Bentang bersih dingsing geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 5600 \text{ mm}$
 - $t_2 = 350 \text{ mm}$
- 500 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 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_o ialah

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

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s > 0.03 \times \sqrt{f_c} \times \frac{b_w}{d} \times d$$

$$4788290.72 \text{ N} > 0.03 \times \sqrt{30} \times 350 \times 3175$$

$$4788290.72 \text{ N} > 182568.252 \text{ N}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$s < d/2 \text{ atau}$$

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

$$d/2 = \frac{3175}{2} = 1587.25 \text{ mm}$$

$$571.160 < 1587.25 \text{ mm}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil ada= 120 mm

$$V_n = 104926 + 478829.072 = 583755 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 583755 = 379441 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$379441 \text{ kg} \geq 318059.1 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.1.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 350 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 5600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= 275 & d &= \text{jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik} \\
 h &= 5000 \text{ mm} & &= \text{tebal selimut beton} + \text{diameter sengkang} + \\
 & & & \quad 1/2 \text{ diameter tulangan longitudinal} + \text{jarak antara} \\
 & & & \quad \text{tulangan longitudinal} \\
 & & &= 47 + 12 + 11 + 15 = 275
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 20141.136 \text{ kg} & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 \Phi &= d & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w . d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{390124.630}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 275 \\
 &= 90895.27985 \text{ N} = 9089.52799 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$V_u > \Phi . V_c$$

$$201411.36 > 0.65 \times 90895.27985$$

$$201411.36 \text{ N} > 59081.9319 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser}$$

Direncanakan tulangan transversal ϕ 12

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 201411 / 0.65 - 90895.28 \\
 &= 309863.6 - 90895.28 \\
 &= 300774.10 \text{ N} = 30077.4103 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 33 kaki ϕ 12

$$\begin{aligned}
 A_v &= 33 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 3733.714 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 130}{1200 \times 300} \\
 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq 51.9195341 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 &= \frac{3733.7 \times 300 \times 275}{300774.1} \\
 &= 1024.129 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

- 1/6 Bentang bersih diting geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 5600 \text{ mm}$
 - $t_2 = 350 \text{ mm}$
- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 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_o ialah

- 6 x diameter longitudinal
 $6 \times 22 = 132 \text{ mm}$
- 1/2 x dimensi minimum komponen struktur
 $1/2 \times 350 = 150 \text{ mm}$

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

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$\begin{aligned}
 V_s &> 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d \\
 300774.10 \text{ N} &> 0.03 \times \sqrt{30} \times 350 \times 275 \\
 300774.10 \text{ N} &> 15815.489 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 s &< d/2 \quad \text{atau} \\
 s &= 300 \text{ mm} \\
 d/2 &= \frac{275}{2.00} = 137.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 V_n &= 9090 + 30077.41028 = 39166.938 \text{ kg} \\
 \Phi V_n &= 0.65 \times 39166.938 = 25459 \text{ kg} \\
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 25459 \text{ kg} &\geq 20141.136 \text{ kg} \quad \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

4.1.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal
 Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 12.2.2

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

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

$$l_d = \left[\frac{300 \times 1 \times 1}{2 \times 1 \times \sqrt{30}} \right] 22$$

$$= 573.8 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.30 \times 573.805$$

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

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 x 5600 = 11200 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
- $\frac{275}{4} = 68.75 \text{ mm}$
- 100 mm

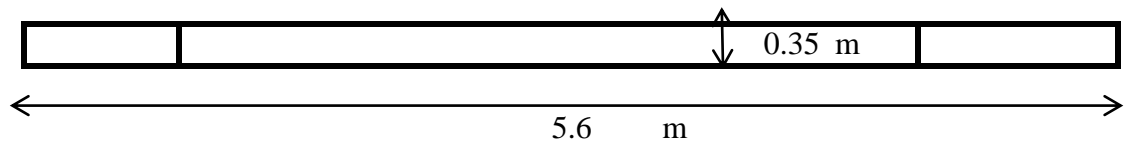
Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang terkecil 60 mm

4.2 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 : 5600 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm

Luas penampang dinding geser : 5600 x 350 = 1960000 mm²



4.2.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u & : 4147.1 \text{ kgm} & = & 41.471 \text{ kNm} \\
 P_u & : 41768.149 \text{ kg} \\
 M_n & : \frac{M_u}{\Phi} & = & \frac{41.471}{0.65} = 63.8015385 \text{ kNm} \\
 P_n & : \frac{P_u}{\Phi} & = & \frac{41768.149}{0.65} = 64258.6908 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 43 D 19
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error
 - c : 374.939 mm

Maka tulangan no 1 - 4 ialah tulangan tekan dan tulangan no 5 -44 adalah tulangan tarik

- Meng hitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_s' & = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s' & = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 19^2 = 567.286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_s & = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s & = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 19^2 = 567.286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	567.286	As 16	567.286	As 31	567.286
A's 2	567.286	As 17	567.286	As 32	567.286
A's 3	567.286	As 18	567.286	As 33	567.286
A's 4	567.286	As 19	567.286	As 34	567.286
As 5	567.286	As 20	567.286	As 35	567.286
As 6	567.286	As 21	567.286	As 36	567.286
As 7	567.286	As 22	567.286	As 37	567.286
As 8	567.286	As 23	567.286	As 38	567.286
As 9	567.286	As 24	567.286	As 39	567.286
As10	567.286	As 25	567.286	As 40	567.286
As11	567.286	As 26	567.286	As 41	567.286
As12	567.286	As 27	567.286		
As13	567.286	As 28	567.286		
As 14	567.286	As 29	567.286		
As 15	567.286	As 30	567.286		

Tabel 4.9 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

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

$$= 50 + 12 + 9.5$$

$$= 71.5 \text{ mm} = 7.15 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{5600}{2} = 2800 \text{ mm} = 280 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7.15
d2	16.65
d3	26.65
d4	36.65
d5	46.65
d6	56.15
d7	70.15
d8	85.15
d9	100.15
d10	115.15
d11	130.15
d12	145.15
d13	160.15
d14	175.15
d15	190.15
d16	205.15

di	jarak (cm)
d17	220.15
d18	235.15
d19	250.15
d20	265.15
d21	280.15
d22	295.15
d23	310.15
d24	325.15
d25	340.15
d26	355.15
d27	370.15
d28	385.15
d29	400.15
d30	415.15
d31	430.15
d32	445.15

di	jarak (cm)
d33	460.15
d34	475.15
d35	490.15
d36	504.15
d37	513.65
d38	523.65
d39	533.65
d40	543.65
d41	553.15

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	272.85
y2	263.35
y3	253.35
y4	243.35
y5	233.35
y6	223.85
y7	209.85
y8	194.85
y9	179.85
y10	164.85
y11	149.85
y12	134.85
y13	119.85
y14	104.85
y15	89.85
y16	74.85

yi	jarak (cm)
y17	59.85
y18	44.85
y19	29.85
y20	14.85
y21	-0.15
y22	15.15
y23	30.15
y24	45.15
y25	60.15
y26	75.15
y27	90.15
y28	105.15
y29	120.15
y30	135.15
y31	150.15
y32	165.15

yi	jarak (cm)
y33	180.15
y34	195.15
y35	210.15
y36	224.15
y37	233.65
y38	243.65
y39	253.65
y40	263.65
y41	273.15

Tabel 4.10 Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

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

$$= \frac{37.4939 - 7.15}{37.4939} \times 0.003$$

$$= 0.00243$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \implies \epsilon_s 5 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c ; \epsilon_c = 0.003$$

$$= \frac{47 - 37.5}{37.5} \times 0.003$$

$$= 0.00073$$

$\epsilon_s i$	Nilai	$\epsilon_s i$	Nilai	$\epsilon_s i$	Nilai
$\epsilon_s'1$	0.00243	$\epsilon_s 16$	0.01341	$\epsilon_s 31$	0.03022
$\epsilon_s'2$	0.00167	$\epsilon_s 17$	0.01461	$\epsilon_s 32$	0.03142
$\epsilon_s'3$	0.00087	$\epsilon_s 18$	0.01582	$\epsilon_s 33$	0.03262
$\epsilon_s 4$	0.00007	$\epsilon_s 19$	0.01702	$\epsilon_s 34$	0.03382
$\epsilon_s 5$	0.00073	$\epsilon_s 20$	0.01702	$\epsilon_s 35$	0.03502
$\epsilon_s 6$	0.00149	$\epsilon_s 21$	0.01822	$\epsilon_s 36$	0.03622
$\epsilon_s 7$	0.00261	$\epsilon_s 22$	0.01942	$\epsilon_s 37$	0.03734
$\epsilon_s 8$	0.00381	$\epsilon_s 23$	0.02062	$\epsilon_s 38$	0.03810
$\epsilon_s 9$	0.00501	$\epsilon_s 24$	0.02182	$\epsilon_s 39$	0.03890
$\epsilon_s 10$	0.00621	$\epsilon_s 25$	0.02302	$\epsilon_s 40$	0.03970
$\epsilon_s 11$	0.00741	$\epsilon_s 26$	0.02422	$\epsilon_s 41$	0.04050
$\epsilon_s 12$	0.00861	$\epsilon_s 27$	0.02542		
$\epsilon_s 13$	0.00981	$\epsilon_s 28$	0.02662		
$\epsilon_s 14$	0.01101	$\epsilon_s 29$	0.02782		
$\epsilon_s 15$	0.01221	$\epsilon_s 30$	0.02902		

Tabel 4.11 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_s'1 = 0.0024 \times 200000 = 485.5814 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_s 5 = 0.0007 \times 200000 = 146.5214 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 146.5 \text{ Mpa}$

fsi	Mpa
fs1	485.58
fs2	333.56
fs3	173.53
fs4	13.50
fs5	146.52
fs6	298.55
fs7	522.58
fs8	762.62
fs9	1002.66
fs10	1242.70
fs11	1482.74
fs12	1722.78
fs13	1962.82
fs14	2202.86
fs15	2442.89

fsi	Mpa
fs16	2682.93
fs17	2922.97
fs18	3163.01
fs19	3403.05
fs20	3403.05
fs21	3643.09
fs22	3883.13
fs23	4123.17
fs24	4363.21
fs25	4603.25
fs26	4843.29
fs27	5083.32
fs28	5323.36
fs29	5563.40

fsi	Mpa
fs30	5803.44
fs31	6043.48
fs32	6283.52
fs33	6523.56
fs34	6763.60
fs35	7003.64
fs36	7243.68
fs37	7467.71
fs38	7619.74
fs39	7779.76
fs40	7939.79
fs41	8099.82

Tabel 4.12 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa
fs1	300
fs2	300
fs3	174
fs4	14
fs5	147
fs6	299
fs7	300
fs8	300
fs9	300
fs10	300
fs11	300
fs12	300
fs13	300
fs14	300
fs15	300

fs	Mpa
fs16	300
fs17	300
fs18	300
fs19	300
fs20	300
fs21	300
fs22	300
fs23	300
fs24	300
fs25	300
fs26	300
fs27	300
fs28	300
fs29	300
fs30	300

fs	Mpa
fs31	300
fs32	300
fs33	300
fs34	300
fs35	300
fs36	300
fs37	300
fs38	300
fs39	300
fs40	300
fs41	300

Tabel 4.13. Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 Cc &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot c \cdot b \\
 a &= b \cdot c = 0,85 \times 374.939 = 318.698 \text{ mm} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 374.939 \times 350 \\
 &= 2844380.989 \text{ N} \\
 &= 2844.380989 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Cs &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \times f's \\
 Cs1 &= A's1 \times f's1 \\
 &= 567.29 \times 300 = 170186 \text{ N} \\
 &= 170.186 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Ts &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= As \times fs \\
 Ts5 &= As5 \times fs5 \\
 &= 567.3 \times 147 = 83119.52 \text{ N} \\
 &= 83.12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Cs i	kN	Ts i	kN	Ts i	kN
Cs1	170.19	Ts16	170.19	Ts31	170.19
Cs2	170.19	Ts17	170.19	Ts32	170.19
Cs3	98.44	Ts18	170.19	Ts33	170.19
cs4	7.66	Ts19	170.19	Ts34	170.19
Ts5	83.12	Ts20	170.19	Ts35	170.19
Ts6	169.36	Ts21	170.19	Ts36	170.19
Ts7	170.19	Ts22	170.19	Ts37	170.19
Ts8	170.19	Ts23	170.19	Ts38	170.19
Ts9	170.19	Ts24	170.19	Ts39	170.19
Ts10	170.19	Ts25	170.19	Ts40	170.19
Ts11	170.19	Ts26	170.19	Ts41	170.19
Ts12	170.19	Ts27	170.19		
Ts13	170.19	Ts28	170.19		
Ts14	170.19	Ts29	170.19		
Ts15	170.19	Ts30	170.19		

Tabel 4.14. Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser

Kontrol $\sum H = 0$

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

$C_c + (C_{s1}+C_{s2}+C_{s3}+C_{s4})+C_{s5}+C_{s6}+C_{s7}+(T_{s8}+T_{s9}+T_{s10}+T_{s11}+T_{s12}+T_{s13}+T_{s14}+T_{s15}+T_{s16}+T_{s17}+T_{s18}+T_{s19}+T_{s20}+T_{s21}+T_{s24}+T_{s25}+T_{s26}+T_{s27}+T_{s28}+T_{s29}+T_{s30}+T_{s31}+T_{s32}+T_{s33}+T_{s34}+T_{s35}+T_{s36}+T_{s37}+T_{s38}+T_{s39}+T_{s40}+T_{s41})$

$P_n = 0$

2844.38	+	(170.19	+	170.19	+	98.44	+	7.66)	-	83.12	+
169.36	+	170.19	+	170	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+	170.19	+
642.59	=	0											

2844.38	+	446.47	-	6208.98	+	642.59	=	0
						-2275.54	=	0

- Menghitung Momen Terhadap Titik Berat Penampang

$M_{nc} = C_c \times y_c$
 $y_c = h/2 - a/2$
 $a = \beta \times c$

Maka

$a = 0.85 \times 374.939$
 $= 318.70 \text{ mm}$
 $y_c = 2800 - 159.3$
 $= 2641 \text{ mm}$
 $M_{nc} = 2844.4 \times 2640.7$
 $= 7511017 \text{ kNmm}$
 $= 7511.0173 \text{ kNm}$

Untuk daerah tekan

$M_{n1} = C_{s1} \times y_1$
 $= 170.2 \times 272.85$
 $= 46435.17 \text{ kNcm}$
 $= 464.35 \text{ kNm}$

Untuk daerah tarik

$M_{n5} = T_{s5} \times y_5$
 $= 83.1 \times 233.35$
 $= 19395.94 \text{ kNcm}$
 $= 193.96 \text{ kNm}$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	464.35	Mn16	127.38	Mn31	255.53
Mn2	448.18	Mn17	101.86	Mn32	281.06
Mn3	249.40	Mn18	76.33	Mn33	306.59
Mn4	18.64	Mn19	50.80	Mn34	332.12
Mn5	193.96	Mn20	25.27	Mn35	357.65
Mn6	379.11	Mn21	-0.26	Mn36	381.47
Mn7	357.13	Mn22	25.78	Mn37	397.64
Mn8	331.61	Mn23	51.31	Mn38	414.66
Mn9	306.08	Mn24	76.84	Mn39	431.68
Mn10	280.55	Mn25	102.37	Mn40	448.69
Mn11	255.02	Mn26	127.89	Mn41	464.86
Mn12	229.50	Mn27	153.42		
Mn13	203.97	Mn28	178.95		
Mn14	178.44	Mn29	204.48		
Mn15	152.91	Mn30	230.01		

Tabel 4.15. Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

Kontrol $M_n > M_n$ Perlu

$$\begin{aligned}
 M_n &= P_n \cdot e = C_c \times y_c + \sum C_s \times y_i + \sum T_s y_i \\
 &= M_{nc} + (M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} + M_{n4}) + M_{n5} + M_{n6} + M_{n7} + M_{n8} + M_{n9} + \\
 &\quad M_{n10} + M_{n11} + M_{n12} + M_{n13} + M_{n14} + M_{n15} + M_{n16} + M_{n17} + M_{n18} + M_{n19} + \\
 &\quad M_{n20} + M_{n21} + M_{n22} + M_{n23} + M_{n24} + M_{n25} + M_{n26} + M_{n27} + M_{n28} + M_{n29} + \\
 &\quad M_{n30} + M_{n31} + M_{n32} + M_{n33} + M_{n34} + M_{n35} + M_{n36} + M_{n37} + M_{n38} + M_{n39} + \\
 &\quad M_{n39} + M_{n40} + M_{n41}) \\
 &= 7511.02 + (464.35 + 448.18 + 249.40 + 18.64) + \\
 &\quad (193.96 + 379.11 + 357.13 + 331.61 + 306.08 + \\
 &\quad 280.55 + 255.02 + 229.50 + 203.97 + 178.44 + \\
 &\quad 152.91 + 127.38 + 101.86 + 76.33 + 50.80 + \\
 &\quad 25.27 + -0.26 + 25.78 + 51.31 + 76.84 + \\
 &\quad 102.37 + 127.89 + 153.42 + 178.95 + 204.48 + \\
 &\quad 230.01 + 255.53 + 281.06 + 306.59 + 332.12 + \\
 &\quad 357.65 + 381.47 + 397.64 + 414.66 + 431.68 + \\
 &\quad 448.69 + 464.86) \\
 &= 7511.02 + 1180.58 + 8472.67 \\
 &= 17164.27 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

maka, 17164.27 kNm > 63.80 kNm OK....

4.2.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 63640.6 \text{ kgm} = 636.406 \text{ kNm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ \text{Pu} &= 41768.149 \text{ kg} = 417681.49 \text{ N} & \beta &= 0.85 \\ \text{Pn} &= \frac{417681.49}{0.65} = 642586.91 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{As 1} \quad 40 \quad \text{D} \quad 22 &= 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\ \text{As 2} \quad 40 \quad \text{D} \quad 22 &= 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\ d' &= 71.5 \text{ mm} \\ b &= 5600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned} \text{Kontrol } \Sigma H &= 0 \\ \text{Cc} + \text{Cs} - \text{Ts} - \text{Pn} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } \text{Cc} \text{ (Beton tertekan)} &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c \\ \text{Cs} \text{ (Baja tertekan)} &= \text{As}'1 \cdot f_s1 \\ \text{Ts} \text{ (Baja tertarik)} &= \text{As}2 \cdot f_s2 \end{aligned}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$\text{Mnc} = \text{Cc} \times \left[\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right]$$

$$\text{Mn1} = \text{Cs} \cdot (h/2 - d1')$$

$$\text{Mn2} = \text{Ts} \cdot (h/2 - d2')$$

$$\text{Mn} = \text{Mnc} + \text{Mn1} + \text{Mn2} > \text{Mn perlu} = \frac{\text{Mu}}{\Phi}$$

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 :

$$\text{Cc} + \text{Cs} - \text{Ts} - \text{Pu} = 0$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + \text{As}'t \cdot f_s - \text{Ast} \cdot f_s + \text{Pn}$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \text{As}'t \cdot \left(\frac{c - d1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 200000 - \text{As} f_y + \text{Pn} = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \text{As}'t \cdot \frac{(600 (c - d1))}{c} - \text{Ast} \cdot f_y + \text{Pn} = 0$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A_s t' (600 (c - d'))) - (A_s t \cdot f_y + P_n) c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s t' \cdot 600 \cdot c - A_s t' \cdot 600 \cdot d') - (A_s t \cdot f_y \cdot c) + P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b) c^2 + (A_s t' \cdot 600 - A_s t \cdot f_y + P_n) c - A_s t' \cdot 600 \cdot d' = 0$$

$$\left(\frac{1}{300} \times 30 \times 0,85 \times 5600 \right) c^2 + \left(15211,429 \times 600 - 15211,429 \times 300 - 642586,9077 \right) c - \left(15211,429 \times 600 \times 72 \right) = 0$$

$$121380 c^2 + 5206015,479 c - 652570286 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai c = 54.950 mm

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 54,950 = 46,707 \text{ mm}$$

Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{72 - 54,950}{54,950} = -0,000904$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{230 - 54,950}{54,950} = 0,009557$$

Nilai masing - masing tegangan

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times -0,000904 = -180,715 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{Maka digunakan } f_s = -180,715 \text{ Mpa}$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,009557 = 1911,392 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Gaya - gaya yang bekerja pada elemen dinding geser

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 46,707 \times 5600 \\ &= 6669782,055 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s t' \times f_s \\ &= 15211,43 \times -180,715 \\ &= -2748940,391 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s t' \times f_s \\ &= 15211,43 \times 300 \\ &= 4563428,571 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

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

$$6669782,055 + -2748940,391 - 4563428,571 - 642586,91 = 0$$

$$0,00 = 0 \text{ N ... Ok}$$

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

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= C_c \quad x \quad \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 6669782.055 \quad x \quad \left(\frac{350}{2} - \frac{46.707}{2} \right) \\
 &= 1011448579.986 \quad \text{Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= -2748940.391 \quad x \quad \left(\frac{350}{2} - 71.5 \right) \\
 &= -284515330.5 \quad \text{Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= 4563428.571 \quad x \quad \left(\frac{350}{2} - 72 \right) \\
 &= 472314857.1 \quad \text{Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= M_{nc} \quad + \quad M_{n1} \quad + \quad M_{n2} \\
 &= 1011448579.986 \quad + \quad -284515330.485 \quad + \quad 472314857.1 \\
 &= 1199248106.643 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{636.406}{0.65} = 979.09 \quad \text{kNm}$$

$$M_n = 1199.2 \quad \text{KnM} > M_n \text{ Perlu} = 979.09 \quad \text{kNm} \quad \text{.....Ok}$$

4.2.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned}
 bw &= 350 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 lw &= 5600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
 d &= 5530 \\
 h &= 4500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

$$V_u = 26720.915 \text{ kg}$$

V_c = V yang disumbangkan oleh beton

$$\Phi = d$$

V_s = V yang disumbangkan tulangan

$$V_n = V_c + V_s$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} \quad bw \cdot d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{417681.49}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \quad \times \quad 350 \times 5530 \\
 &= 1829631.32 \text{ N} = 182963.132 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$V_u > \Phi V_c$$

$$267209.15 > 1/2 \times 0.65 \times 1829631.32$$

$$267209.15 \text{ N} > 594630.1789 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser minimum}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu} \quad V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 267209.2 / 0.65 - 182963.320 \\
 &= 411091.00 - 182963.132 \\
 &= 228127.87 \text{ N} = 22812.787 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki ϕ 12

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

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times bw \times s}{1200 \times f_y}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq 119.8143095 \text{ mm}^2 \quad \text{ok....}$$

$$s = \frac{A_{v \text{ min}} \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w}$$

$$= \frac{226.286 \times 300}{0.062 \times \sqrt{30} \times 350}$$

$$= 571.160 \text{ mm}$$

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s > 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$228127.87 \text{ N} > 0.03 \times \sqrt{30} \times 350 \times 5530$$

$$228127.87 \text{ N} > 318035.103 \text{ N}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$s < d/4 \quad \text{atau}$$

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

$$d/4 = \frac{5530}{4} = 1382.5 \text{ mm}$$

$$571.160 < 1382.5 \text{ mm}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 300 mm

$$V_n = 182963 + 22812.787 = 205776 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 205776 = 133754 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$133754 \text{ kg} \geq 26720.915 \text{ kg} \quad \text{..... Ok}$$

4.2.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$b_w = 350 \text{ mm} \quad f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$l_w = 5600 \text{ mm} \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$d = 5530$$

$$h = 4500 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

$V_c = V$ yang disumbangkan oleh beton

$V_s = V$ yang disumbangkan tulangan

$$V_u = 26720.915 \text{ kg}$$

$$\Phi = d$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\
 &= 0.17 \left[1 + \frac{417681.490}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 0.65 \times 5530 \\
 &= 3397.886737 \text{ N} = 339.788674 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> \phi \cdot V_c \\
 267209.15 &> 0.65 \times 3397.886737 \\
 267209.15 \text{ N} &> 2208.62638 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan transversal $\phi = 12$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 267209 / 0.65 - 3397.887 \\
 &= 411091.0 - 339.789 \\
 &= 410751.21 \text{ N} = 41075.121 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser $\phi = 12$

$$\begin{aligned}
 A_v &= 33 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 3733.714 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\
 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq 119.8143095 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 &= \frac{3733.7 \times 300 \times 5530}{410751.2} \\
 &= 15080.253 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s > 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$410751.21 \text{ N} > 0.03 \times \sqrt{30} \times 350 \times 5530$$

$$410751.21 \text{ N} > 318035.103 \text{ N}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$s < d/4 \quad \text{atau}$$

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

$$d/4 = \frac{5530}{4.00} = 1382.5 \text{ mm}$$

$$15080.253 < 1382.5 \text{ mm}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 300 mm

$$V_n = 340 + 41075.12113 = 41414.910 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 41414.910 = 26920 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$26920 \text{ kg} \geq 26720.915 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.2.5 Panjang sambungan lewatan tulangan longitudinal

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam l_d .

$$l_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1.38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1.3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 32

$$A_b = 3.14 \times 16^2$$

$$= 804.5714286 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 32 = 96 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1.38 \times 804.571429 \times 300}{96 \times \sqrt{30}}$$

$$= 115.6571429 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$l_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1.3 \times 115.657143$$

$$= 150.3542857 \text{ mm}$$

k

638
598

#REF!
#REF!
#REF!

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 : 5600 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm

Luas penampang dinding geser	:	5600	x	350	=	1960000	mm ²
Luas Minimum Dinding geser	:	1%	x	1960000	=	19600	mm ²
Luas Minimum Dinding geser	:	6%	x	1960000	=	117600	mm ²



4.2.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned} \text{Mu} & : 4147.1 \text{ kgm} = 41.471 \text{ kNm} \\ \text{Pu} & : 41768.149 \text{ kg} \\ \text{Mn} & : \frac{\text{Mu}}{\Phi} = \frac{41.471}{0.65} = 63.8015385 \text{ kNm} \\ \text{Pn} & : \frac{\text{Pu}}{\Phi} = \frac{41768.149}{0.65} = 64258.6908 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 40 D 22
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error
c : 745.245 mm

Maka tulangan no 1 - 7 ialah tulangan tekan dan tulangan no 8 - 14 adalah tulangan tarik

- Meng hitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A's & = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ A's1 \quad 2 \text{ D } 22 & = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s & = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ A_s7 \quad 2 \text{ D } 22 & = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.571 \text{ mm} \end{aligned}$$

Luas total tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned} A_s & = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ A_s \text{ total } 80 \text{ D } 22 & = 80 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 30422.86 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol Luas tulangan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s \text{ Min} & < A_s \text{ terpakai} < A_s \text{ maks} \\ 19600 \text{ mm}^2 & < 30422.857 \text{ mm}^2 < 117600.00 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	760.571	As 16	760.571	As 31	760.571
A's 2	760.571	As 17	760.571	As 32	760.571
A's 3	760.571	As 18	760.571	As 33	760.571
A's 4	760.571	As 19	760.571	As 34	760.571
A's 5	760.571	As 20	760.571	As 35	760.571
A's 6	760.571	As 21	760.571	As 36	760.571
As' 7	760.571	As 22	760.571	As 37	760.571
As 8	760.571	As 23	760.571	As 38	760.571
As 9	760.571	As 24	760.571	As 39	760.571
As10	760.571	As 25	760.571	As 40	760.571
As11	760.571	As 26	760.571	As 41	760.571
As12	760.571	As 27	760.571		
As13	760.571	As 28	760.571		
As 14	760.571	As 29	760.571		
As 15	760.571	As 30	760.571		

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

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

$$= 47 + 12 + 11$$

$$= 70.0 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{5600}{2} = 2800 \text{ mm} = 280 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)	di	jarak (cm)	di	jarak (cm)
d1	7	d17	220	d33	460
d2	16.5	d18	235	d34	475
d3	26.5	d19	250	d35	490
d4	36.5	d20	265	d36	504
d5	46.5	d21	280	d37	513.5
d6	56	d22	295	d38	523.5
d7	70	d23	310	d39	533.5
d8	85	d24	325	d40	543.5
d9	100	d25	340	d41	553
d10	115	d26	355		
d11	130	d27	370		
d12	145	d28	385		
d13	160	d29	400		
d14	175	d30	415		
d15	190	d31	430		
d16	205	d32	445		

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)	yi	jarak (cm)	yi	jarak (cm)
y1	273	y17	60	y33	180
y2	263.5	y18	45	y34	195
y3	253.5	y19	30	y35	210
y4	243.5	y20	15	y36	224
y5	233.5	y21	0	y37	233.5
y6	224	y22	15	y38	243.5
y7	210	y23	30	y39	253.5
y8	195	y24	45	y40	263.5
y9	180	y25	60	y41	273
y10	165	y26	75		
y11	150	y27	90		
y12	135	y28	105		
y13	120	y29	120		
y14	105	y30	135		
y15	90	y31	150		
y16	75	y32	165		

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

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

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

$$= \frac{74.5245 - 7}{74.5245} \times 0.003$$

$$= 0.00272$$

Untuk daerah tarik :

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

$$= \frac{85 - 74.5}{74.5} \times 0.003$$

$$= 0.00042$$

εs i	Nilai	εs i	Nilai	εs i	Nilai
ε's1	0.00272	εs16	0.00525	εs31	0.01371
ε's2	0.00234	εs17	0.00586	εs32	0.01431
ε's3	0.00193	εs18	0.00646	εs33	0.01491
ε's4	0.00153	εs19	0.00706	εs34	0.01552
ε's5	0.00113	εs20	0.00706	εs35	0.01612
ε's6	0.00075	εs21	0.00767	εs36	0.01673
εs7	0.00018	εs22	0.00827	εs37	0.01729
εs8	0.00042	εs23	0.00888	εs38	0.01767
εs9	0.00103	εs24	0.00948	εs39	0.01807
εs10	0.00163	εs25	0.01008	εs40	0.01848
εs11	0.00223	εs26	0.01069	εs41	0.01888
εs12	0.00284	εs27	0.01129		
εs13	0.00344	εs28	0.01189		
εs14	0.00404	εs29	0.01250		
εs15	0.00465	εs30	0.01310		

Tabel 4.4 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

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

$$f's1 = 0.0027 \times 200000 = 543.643 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_s8 = 0.0004 \times 200000 = 84.3387 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 84.34 \text{ Mpa}$

f _s i	Mpa	f _s i	Mpa	f _s i	Mpa
f's1	543.64	f's16	1050.46	f's30	2620.42
f's2	467.16	f's17	1171.23	f's31	2741.18
f's3	386.65	f's18	1292.00	f's32	2861.95
f's4	306.14	f's19	1412.76	f's33	2982.71
f's5	225.63	f's20	1412.76	f's34	3103.48
f's6	149.14	f's21	1533.53	f's35	3224.25
f's7	36.43	f's22	1654.29	f's36	3345.01
f's8	84.34	f's23	1775.06	f's37	3457.73
f's9	205.10	f's24	1895.82	f's38	3534.21
f's10	325.87	f's25	2016.59	f's39	3614.72
f's11	446.64	f's26	2137.35	f's40	3695.23
f's12	567.40	f's27	2258.12	f's41	3775.74
f's13	688.17	f's28	2378.89		
f's14	808.93	f's29	2499.65		
f's15	929.70				

Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	300	fs16	300	fs31	300
fs2	300	fs17	300	fs32	300
fs3	300	fs18	300	fs33	300
fs4	300	fs19	300	fs34	300
fs5	226	fs20	300	fs35	300
fs6	149	fs21	300	fs36	300
fs7	36	fs22	300	fs37	300
fs8	84	fs23	300	fs38	300
fs9	205	fs24	300	fs39	300
fs10	300	fs25	300	fs40	300
fs11	300	fs26	300	fs41	300
fs12	300	fs27	300		
fs13	300	fs28	300		
fs14	300	fs29	300		
fs15	300	fs30	300		

Tabel 4.6. Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 Cc &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot c \cdot b \\
 a &= b \cdot c = 0,85 \times 745.245 = 633.458 \text{ mm} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 745.245 \times 350 \\
 &= 5653614.881 \text{ N} \\
 &= 5653.614881 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Cs &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \times f's \\
 Cs1 &= A's1 \times f's1 \\
 &= 760.57 \times 300 = 228171 \text{ N} \\
 &= 228.171 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Ts &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= As \times fs \\
 Ts8 &= As8 \times fs8 \\
 &= 760.6 \times 84 = 64145.61 \text{ N} \\
 &= 64.15 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Mn1 &= Cs1 \times y1 \\
 &= 228.2 \times 273 \\
 &= 62290.80 \quad \text{kNcm} \\
 &= 622.91 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Mn8 &= Ts8 \times y8 \\
 &= 64.1 \times 195 \\
 &= 12508.39 \quad \text{kNcm} \\
 &= 125.08 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	622.91	Mn16	171.13	Mn31	342.26
Mn2	601.23	Mn17	136.90	Mn32	376.48
Mn3	578.41	Mn18	102.68	Mn33	410.71
Mn4	555.60	Mn19	68.45	Mn34	444.93
Mn5	400.70	Mn20	34.23	Mn35	479.16
Mn6	254.09	Mn21	0.00	Mn36	511.10
Mn7	58.18	Mn22	34.23	Mn37	532.78
Mn8	125.08	Mn23	68.45	Mn38	555.60
Mn9	280.79	Mn24	102.68	Mn39	578.41
Mn10	376.48	Mn25	136.90	Mn40	601.23
Mn11	342.26	Mn26	171.13	Mn41	622.91
Mn12	308.03	Mn27	205.35		
Mn13	273.81	Mn28	239.58		
Mn14	239.58	Mn29	273.81		
Mn15	205.35	Mn30	308.03		

Tabel 4.8. Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

Kontrol Mn > Mn Perlu

$$\begin{aligned}
 Mn &= Pn.e = Cc \times yc + \sum Cs \times yi + \sum Ts \times yi \\
 &= Mnc + (Mn1+Mn2+Mn3+Mn4+Mn5+Mn6)+(Mn8+Mn9+ \\
 &Mn10+Mn11+Mn12+Mn13+Mn14+Mn15+Mn16+Mn17+Mn18+Mn19+ \\
 &Mn20+Mn21+Mn22+Mn23+Mn24+Mn25+Mn26+Mn27+Mn28+Mn29+ \\
 &Mn30+Mn31+Mn32+Mn33+Mn34+Mn35+Mn36+Mn37+Mn38 +Mn39+ \\
 &Mn39+Mn40+Mn41) \\
 &= 14039.46 + (622.91 + 601.23 + 578.41 + 555.60 + \\
 &400.70 + 254.09 + 58.18) + (125.08 + 280.79 + \\
 &376.48 + 342.26 + 308.03 + 273.81 + 239.58 + \\
 &205.35 + 171.13 + 136.90 + 102.68 + 68.45 + \\
 &34.23 + 0.00 + 34.23 + 68.45 + 102.68 + \\
 &136.90 + 171.13 + 205.35 + 239.58 + 273.81 + \\
 &308.03 + 342.26 + 376.48 + 410.71 + 444.93 + \\
 &479.16 + 511.10 + 532.78 + 555.60 + 578.41 + \\
 &601.23 + 622.91)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 14039.46 + 3071.12 + 9660.51 \\ &= 26771.09 \text{ kNm} \end{aligned}$$

maka, $26771.09 \text{ kNm} > 63.80 \text{ kNm}$ OK....

4.2.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} \mu &= 63640.6 \text{ kgm} = 636.406 \text{ kNm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ P_u &= 41768.149 \text{ kg} = 417681.49 \text{ N} & \beta &= 0.85 \\ P_n &= \frac{417681.49}{0.65} = 642586.91 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} A's_1 \quad 40 \quad D \quad 22 &= 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\ A_s2 \quad 40 \quad D \quad 22 &= 40 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 22^2 \\ &= 15211.43 \text{ mm}^2 \\ d' &= 70 \text{ mm} \\ b &= 5600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka

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

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c \\ C_s \text{ (Baja tertekan)} &= A_s1 \cdot f_s1 \\ T_s \text{ (Baja tertarik)} &= A_s2 \cdot f_s2 \end{aligned}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

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

$$\begin{aligned} M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d1') \\ M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d2') \\ M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{\mu}{\Phi} \end{aligned}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = e_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$\begin{aligned} C_c + C_s - T_s - P_u &= 0 \\ 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s't \cdot f_s - A_s't \cdot f_s + P_n & \\ (0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s't \cdot \left(\frac{c - d1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 20000 - A_s f_y + P_n &= 0 \\ (0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s't \cdot \frac{(600 (c - d1))}{c} - A_s't \cdot f_y + P_n &= 0 \end{aligned}$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A_s't (600 (c - d') - (A_s't \cdot f_y + P_n) \cdot c) = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$\begin{aligned} (0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s't \cdot 600 \cdot c - A_s't \cdot 600 \cdot d') - (A_s't \cdot f_y \cdot c) + P_u \cdot c &= 0 \\ (0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + (A_s't \cdot 600 - A_s't \cdot f_y + P_n) \cdot c - A_s't \cdot 600 \cdot d' &= 0 \\ (1 \times 30 \times 0,85 \times 5600) \cdot c^2 + (15211.429 \times 600 - 15211.429 & \\ \times 300 - 642586.9077) \cdot c - (15211.429 \times 600 \times 70) & \end{aligned}$$

$$121380 c^2 + 5206015.479 c - 638880000 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai $c = 54.208 \text{ mm}$

$$a = \beta \times c = 0.85 \times 54.208 = 46.077 \text{ mm}$$

Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{70 - 54.208}{54.208} = -0.000874$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d'-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{230 - 54.208}{54.208} = 0.009729$$

Nilai masing - masing tegangan

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times -0.000874 = -174.796 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{Maka digunakan } f_s = -174.796 \text{ Mpa}$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.009729 = 1945.759 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Gaya - gaya yang bekerja pada elemen dinding geser

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 46.077 \times 5600 \\ &= 6579742.594 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \cdot t \cdot f_s \\ &= 15211.43 \times -174.796 \\ &= -2658900.93 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s' \cdot t \cdot f_s \\ &= 15211.43 \times 300 \\ &= 4563428.571 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

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

$$6579742.594 + -2658900.93 - 4563428.57 - 642586.91 = 0$$

$$0.00 = 0 \text{ N ... Ok}$$

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

$$\begin{aligned} M_{nc} &= C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) \\ &= 6579742.594 \times \left(\frac{350}{2} - \frac{46.077}{2} \right) \\ &= 999868775.393 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\ &= -2658900.93 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \end{aligned}$$

$$= -279184597.7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\ &= 4563428.571 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \\ &= 479160000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\ &= 999868775.393 + -279184597.699 + 479160000 \\ &= 1199844177.694 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{636.406}{0.65} = 979.09 \text{ kNm}$$

$$M_n = 1199.8 \text{ KnM} > M_n \text{ Perlu} = 979.09 \text{ kNm} \dots\dots\text{Ok}$$

4.3.3 Penulangan Transversal Pada Segmen2 Ditinjau dari Arah X

bw	=	350	mm	fc	=	30	Mpa
lw	=	5600	mm	fy	=	300	Mpa
d	=	3175		d	=	Jarak serat atas penampang ke pusat tulangan tarik	
h	=	4500	mm		=	Daerah tulangan tekan (c) + 1/2 x daerah tulangan tarik	
					=	749 + 2435.5 = 3174.5	
					=	(d di tinjau dari lw)	

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

Vu	=	258587.09	kg	Vc	=	V yang disumbangkan oleh beton
Φ	=	d		Vs	=	V yang disumbangkan tulangan
Vn	=	Vc + Vs				

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$V_c = 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} \quad b_w \cdot d$$

$$= 0.17 \left[1 + \frac{417681.49}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 3174.5$$

$$= 1050301.017 \text{ N} = 105030.102 \text{ kg}$$

$$V_u > \Phi V_c$$

$$2585870.9 > 1/2 \times 0.65 \times 1050301.02$$

2585870.9 N > 341347.8306 N maka diperlukan tulangan geser minimum

Tulang geser perlu

$$V_s \text{ perlu} = V_u / \phi - V_c$$

$$= 2585870.9 / 0.65 - 1050301.017$$

$$= 3978262.92 - 1050301.02$$

$$= 3873232.82 \text{ N} = 387323.282 \text{ Kg}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki

$$\phi = 12$$

$$A_v = 2 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2$$

$$= 226.286 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq 119.8143095 \text{ mm}^2 \quad \text{ok....}$$

$$s = \frac{A_v \min \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w}$$

$$= \frac{226.286 \times 300}{0.062 \times \sqrt{30} \times 350}$$

$$= 571.160 \text{ mm}$$

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

- $1/6$ Bentang bersih dingsing geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 5600 \text{ mm}$
 - $t_2 = 350 \text{ mm}$
- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 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_o ialah

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

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s > 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$3873232.82 \text{ N} > 0.03 \times \sqrt{30} \times 350 \times 3175$$

$$3873232.82 \text{ N} > 182568.252 \text{ N}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$s < d/2 \text{ atau}$$

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

$$d/2 = \frac{3175}{2} = 1587.25 \text{ mm}$$

$$571.160 < 1587.25 \text{ mm}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 300 mm

$$V_n = 105030 + 387323.282 = 492353 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 492353 = 320030 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$320030 \text{ kg} \geq 258587.09 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.2.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} b_w &= 350 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ l_w &= 5600 \text{ mm} & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ d &= 275 \\ h &= 5000 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V_u &= 26720.915 \text{ kg} & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\ \Phi &= d & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\ V_n &= V_c + V_s \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned} V_c &= 0.17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w . d \\ &= 0.17 \left[1 + \frac{417681.490}{14 \times 1960000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 275 \\ &= 90985.28263 \text{ N} = 9098.52826 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &> \Phi . V_c \\ 267209.15 &> 0.65 \times 90985.28263 \\ 267209.15 \text{ N} &> 59140.4337 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan transversal ϕ 12

$$\begin{aligned} \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\ &= 267209 / 0.65 - 90985.283 \\ &= 411091.0 - 9098.528 \\ &= 401992.47 \text{ N} = 40199.2472 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 33 kaki ϕ 12

$$\begin{aligned} A_v &= 33 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\ &= 3733.714 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\ 3733.714 \text{ mm}^2 &\geq 119.8143095 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 &= \frac{3733.7 \times 300 \times 275}{401992.5} \\
 &= 766.262 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

- 1/6 Bentang bersih dingsing geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 5600 \text{ mm}$
 - $t_2 = 350 \text{ mm}$
- 450 mm

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 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_o ialah

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

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Batasan maksimum jarak tulangan menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3

$$\begin{aligned}
 V_s &> 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d \\
 401992.47 \text{ N} &> 0.03 \times \sqrt{30} \times 30 \times 350 \times 275 \\
 401992.47 \text{ N} &> 15815.489 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 s &< d/2 \quad \text{atau} \\
 s &= 300 \text{ mm} \\
 d/2 &= \frac{275}{2.00} = 137.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 300 mm

$$\begin{aligned}
 V_n &= 9099 + 40199.24717 = 49297.775 \text{ kg} \\
 \Phi V_n &= 0.65 \times 49297.775 = 32044 \text{ kg} \\
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 32044 \text{ kg} &\geq 26720.915 \text{ kg} \quad \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

4.2.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal
 Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 12.2.2

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

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

$$l_d = \left(\frac{300 \times 1 \times 1}{2 \times 1 \times \sqrt{30}} \right) 19$$

$$= 495.56 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.30 \times 495.559$$

$$= 644.226 \text{ mm} \approx 650 \text{ mm}$$

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 x 5600 = 11200 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

- $d/4$
- $\frac{0}{4} = 0 \text{ mm}$
- 100 mm

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

535

638
598

#REI
#REI
#REI

R!
R!
R!

Daftar Pustaka

(Anonim)Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.

(Anonim)Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2487 Persyaratan Beton Strukturan untuk Bangunan Gedung SNI*. Jakarta: BSN.

(Anonim), (1987) pedoman perencanaan pembebanan untuk rumusan Gedung
Jakarta Diterbitkan Yayasan Badan Penerbit

Paulay, T., Priesly, M.J.N. 1923. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. United States of Amerika: A Wiley Interscience Publication.

Muto,Kiyoshi,(1993).*Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa*.Penerbit
Erlangga

Purwono,Rachmat,Prof.Ir.M.Sc,(2006).*Perencanaan StrukturBeton Bertulang Tahan Gempa*. surabaya:Penerbit ITS Press