

KEDUSAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PADA PROGRAM
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS PEMERINTAH
MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI
PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV

SKRIPSI



Dikemukakan oleh :

CHRISTOMO FRUITAS GUNAWAN

11.21.004

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S.I
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

SKRIPSI

**“REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL
SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV”**



Di Susun Oleh :

CRISOSTOMO FREITAS GUSMAO

11.21.004

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV

Dipertahankan dihadapan Majelis Pengaji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 23 Agustus 2016

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Gunna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

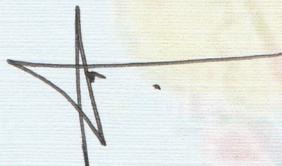
CRISOSTOMO FREITAS GUSMAO

(11.21.004)

Disahkan Oleh :

Ketua

Sekretaris



(Ir. A. Agus Santosa, MT)



(Ir. Munasih, MT)

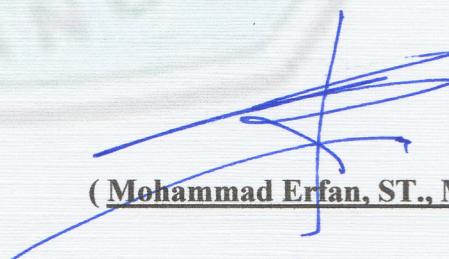
Anggota Pengaji :

Dosen Pengaji I



(Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc)

Dosen Pengaji II



(Mohammad Erfan, ST., MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

CRISOSTOMO FREITAS GUSMAO

11.21.004

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I


(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

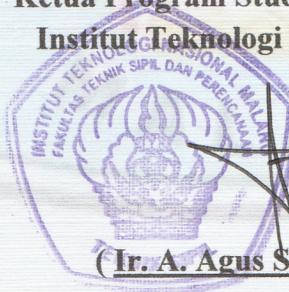
Dosen Pembimbing II


(Ir. Ester Priskasari, MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S- 1

Institut Teknologi Nasional Malang



(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

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

2016

Lembar Persembahan

Puji Syukur Kehadirat-Mu Tuhan Yang Maha Esa.

Terimakasih Ya Allah Atas Rahmat Dan Karunia-Mu,

Sehingga Hambamu Ini Dapat Menyelesaikan Studi Teknik Sipil
S-1 Dengan Lancar.

Terimakasih Juga Untuk Ke Dua Orang Tua Saya Tercinta
(Constantino Belo Gusmao & Maria Angela Freitas) Dan Saudara-
Saudari Saya Yang Sangat Saya Cintai.

Tanpa Doa Dan Dukungan Moril Maupun Materil Maka Jalan
Tak Akan Semulus Dan Selancar Ini.

Sekali Lagi

Terimakasih Banyak Untuk Semuanya.

Terimakasih KeluargaKu

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 23 Agustus 2016

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Gunna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1*

Disusun Oleh :

CRISOSTOMO FREITAS GUSMAO

(11.21.004)

Disahkan Oleh :

Ketua

Sekretaris

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

(Ir. Munasih, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc)

(Mohammad Erfan, ST., MT)

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

2016

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

CRISOSTOMO FREITAS GUSMAO

11.21.004

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

(Ir. Ester Priskasari, MT)

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

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

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

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Crisostomo Freitas Gusmao

NIM : 11.21.004

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV”

Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur hasil karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, September 2016

Yang membuat pernyataan

(Crisostomo Freitas Gusmao)

NIM : 11.21.004

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Crisostomo Freitas Gusmao

NIM : 11.21.004

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

"REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV"

Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur hasil karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

yang masih sangat akut atau penurunan kapasitasnya ini dimungkinkan karena adanya pengaruh faktor-faktor lingkungan yang diletakkan pada sumbu lenah sumbu gedung.

Penulisan ini dimujukan untuk memperkenalkan tulangan longitudinal dan tulangan transversal serta dimensi yang efektif. Dari hasil perhitungan dimensi dinding geser memiliki panjang 720 cm lebih 40 cm. Tulangan longitudinal segmen 1 sampai segmen 7 berjumlah 35 D 16. Sedangkan Tulangan transversal pada segmen 1 dirancangkan Ø12 – 100 pada dinding geser plat, Ø12 – 100 pada dinding geser Ø12 – 120, dan pada sambungan Ø12 – 120.

Malang, September 2016

Yang membuat pernyataan

Kata Kunci : Tahan Gempa, dimensi, tulangan longitudinal, tulangan transversal.



(Crisostomo Freitas Gusmao)

NIM : 11.21.004

ABSTRAKSI

“REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV”. Crisostomo Freitas Gusmao, 11.21.004 Program Studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I : Ir. A. AGUS SANTOSA, MT., Pembimbing II : Ir. ESTER PRISKASARI MT.

Pembangunan gedung - gedung tinggi menjadi solusi kebutuhan lahan yang terus meningkat pada saat ini diiringi dengan jumlah populasi penduduk yang terus meningkat pula. Mengingat semakin banyaknya pembangunan namun terbatasnya lahan kosong yang ada maka pembangunan gedung tinggi menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan sehingga pemenuhan akan kebutuhan tempat tinggal, sekolah ataupun kantor dapat terpenuhi. Bangunan tinggi dapat menimbulkan dampak yang besar apabila mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi. Selain itu peristiwa gempa bumi tidak dapat dicegah tetapi dapat di antisipasi dengan berupaya membangun bangunan yang tahan terhadap gempa bumi.

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

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

Penulisan ini ditujukan untuk menganalisa tulangan longitudinal dan tulangan transversal serta dimensi yang efektif. Dari hasil perhitungan dimensi dinding geser memiliki panjang 720 cm tebal 40 cm. Tulangan longitudinal segmen 1 sampai segmen 7 berjumlah 35 D 16. Sedangkan Tulangan transversal pada segmen 1 direncanakan Ø12 – 100 pada daerah sendi plastis, di luar sendi plastis Ø12 – 120, dan pada sambungan Ø12 – 55.

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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan baik dan benar.

Laporan skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc. selaku Dekan FTSP ITN Malang.
2. Bapak Ir. Agus Santosa, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
3. Ibu Ir. Munasih, MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Malang.
4. Bapak Ir.A. Agus Santosa, MT. Selaku Dosen Pemimbing I
5. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT. Selaku Dosen Pembimbing II
6. Kedua Orang Tua, Saudara dan seluruh Keluarga yang telah memberikan doa, dorongan semangat dan pengorbanannya selama ini.
7. Teman- teman dan semua pihak yang banyak membantu.

Penyusun menyadari bahwa laporan skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, September 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1.1.	LatarBelakang -----	1
1.2.	RumusanMasalah -----	2
1.3.	Maksud danTujuan -----	3
1.4.	Batasan Pembahasan -----	3
1.5.	Maanfaat -----	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1.	Uraian Umum -----	5
2.2.	DindingGeser(<i>Shear wall</i>) -----	6
2.2.1.	Pengertian Umum -----	6
2.3.	Bentuk dan Tata Letak Dinding geser -----	22
2.3.1.	Kerangka Perencanaan Sistim Dinding Geser -----	24
2.4.	Puntir -----	25
2.4.1.	Pengertian puntir (Torsi) -----	25
2.4.2.	Eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai Tingkat -----	26

2.5.	Pembebaan Pada Struktur -----	27
2.5.1.	Beban Mati (PBI 1987 Pasal 1.1) -----	27
2.5.2.	Beban Hidup (PBI 1987 Pasal 1.2) -----	28
2.5.3.	Beban Gempa (PBI 1987 Pasal 1.4) -----	28
2.5.4.	Beban Khusus -----	28
2.5.5.	Beban Kombinasi -----	29
2.6.	Perencanaan Struktur Tahan Gempa -----	30
2.7.	Perencanaan Kapasitas -----	31
2.8.	Bentuk Suatu Bangunan Dalam Perencanaan -----	32
	Tingkat kesulitan dalam Perencanaan -----	32
	Sifat dan kelakuannya struktur waktu dilanda gempa -----	33
2.9.	Perencanaan struktur bangunan gedung tidak beraturan -----	35
2.9.1.	Ketentuan untuk analisis respons dinamik -----	35
2.10.	BaganAli-----	46

BAB III DATA PERENCANAAN

3.1.	Data-Data Perencanaan-----	47
3.1.1.	Data Bangunan -----	47
3.1.2.	Mutu Bahan yang digunakan-----	47
3.2.	Perencanaan Dimensi Balok, Kolom, Plat dan Dinding Geser -----	48
3.2.1.	Dimensi Balok -----	48
3.2.2.	Dimensi Kolom-----	50
3.2.3.	Dimensi Plat -----	50

3.2.4. Dimensi Dingding Geser -----	53
3.3. Input Dimensi Penampang Balok -----	59
3.4. Perhitungan Pembebanan -----	65
3.5. Perhitungan Berat Sendiri Bangunan -----	66
3.4.1. Beban Lantai 13/Atap -----	66
3.4.2. Beban Lantai 5 – 12 -----	67
3.4.3. Beban Lantai 2 – 4 -----	68
3.6. Wilayah Gempa dan Spektrum Respon -----	70
3.6.1. Beban Gempa dan Peta Zonasi Gempa Indonesia -----	70
3.6.2. Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan Faktor keutamaan le -----	74
3.6.3. Menentukan kategori desain seismic (KDS) -----	76
3.6.4. Membuat Spektrum respon desain -----	78

BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

4.1. Perhitungan Penulangan Dinding Geser -----	91
4.1.1 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 di tinjau dari arah Z -----	92
4.1.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 di tinjau dari arah X -----	101
4.1.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 di tinjau dari arah Z -----	104

4.1.4	Penulangan Transversal Pada Segmen 1 di tinjau dari arah -----	108
4.1.5	Panjang Sambungan Lewatan Tulangan Longitudinal Berdasarkan SNI : 2847 : 2013 Pasal 12.2.2 -----	110

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan -----	111
5.2.	Saran-----	112

DAFTARPUSTAKA-----

LAMPIRAN-----

Daftar Notasi

- A Percepatan puncak Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respons dinamik linier riwayat waktu struktur gedung.
- A_m Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- A_o Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada.
- A_r Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- b Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat yang ditinjau, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa; dalam subskrip menunjukkan struktur bawah.
- c Dalam subskrip menunjukkan besaran beton.
- C Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana.
- C_v Faktor Respons Gempa vertikal untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsur struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.

- C₁ Nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
- d Dalam subskrip menunjukkan besaran desain atau dinding geser.
- d_i Simpangan horisontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai-lantai tingkat.
- D_n Beban mati nominal yang dapat dianggap sama dengan beban mati rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung.
- e Eksentrisitas teoretis antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan kondisi elastik penuh.
- e_d Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung.
- E_c Modulus elastisitas beton
- E_n Beban gempa nominal yang nilainya ditentukan oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh faktor duktilitas struktur gedung μ yang mengalaminya dan oleh faktor kuat lebih beban dan bahan f_1 yang terkandung di dalam struktur gedung tersebut.
- E_s Modulus elastisitas baja (= 200 GPa)
- f Faktor kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa nominal.

- f₁ Faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam suatu struktur gedung akibat selalu adanya pembebanan dan dimensi penampang serta kekuatan bahan terpasang yang berlebihan dan nilainya ditetapkan sebesar 1,6.
- f₂ Faktor kuat lebih struktur akibat kehiperstatikan struktur gedung yang menyebabkan terjadinya redistribusi gaya-gaya oleh proses pembentukan sendi plastis yang tidak serempak bersamaan; rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa pada saat terjadinya peleahan pertama.
- F_b Beban gempa horisontal nominal statik ekuivalen akibat gaya inersia sendiri yang menangkap pada pusat massa pada taraf masing-masing lantai besmen struktur bawah gedung.
- F_i Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung.
- F_p Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada titik berat massa unsur sekonder, unsur arsitektur dan instalasi mesin dan listrik dalam arah gempa yang paling berbahaya.
- g Percepatan gravitasi; dalam subskrip menunjukkan momen yang bersifat momen guling.
- i Dalam subskrip menunjukkan nomor lantai tingkat atau nomor lapisan tanah.
- I Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang

berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu.

- I₁ Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- I₂ Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung.
- k Dalam subskrip menunjukkan kolom struktur gedung.
- K_p Nilai koefisien pembesaran respons unsur sekonder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik, bergantung pada ketinggian tempat kedudukannya terhadap taraf penjepitan lateral.
- L_n Beban hidup nominal yang dapat dianggap sama dengan beban hidup rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung.
- m Jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar.
- M Momen lentur secara umum.
- M_{gm} Momen guling maksimum dari struktur atas suatu gedung yang bekerja pada struktur bawah pada taraf penjepitan lateral pada saat struktur atas berada dalam kondisi di ambang keruntuhan akibat dikerahkannya faktor kuat lebih total f yang terkandung di dalam struktur atas, atau akibat pengaruh momen leleh akhir sendi-sendi plastis pada kaki semua kolom dan semua dinding geser.
- M_n Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal, atau akibat pengaruh

- momen leleh sendi plastis yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan f_1 .
- M_y Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada ujung-ujung unsur struktur gedung, kaki kolom dan kaki dinding geser pada saat di dalam struktur tersebut akibat pengaruh Gempa Rencana terjadi peleahan pertama.
- $M_{y,d}$ Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki dinding geser.
- $M_{y,k}$ Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki kolom.
- n Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal.
- N Nilai hasil Test Penetrasi Standar pada suatu lapisan tanah; gaya normal secara umum.
- N_i Nilai hasil Test Penetrasi Standar pada lapisan tanah ke-i.
- \bar{N} Nilai rata-rata berbobot hasil Test Penetrasi Standar lapisan tanah di atas batuan dasar dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
- p Dalam subskrip menunjukkan unsur sekonder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik.
- P Faktor kinerja unsur, mencerminkan tingkat keutamaan unsur sekonder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik dalam kinerjanya selama maupun setelah gempa berlangsung.
- PI Indeks Plastisitas tanah lempung.
- Q_n Pembebanan nominal pada suatu struktur gedung, yaitu kombinasi beban-beban nominal, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor beban.

- Q_u Pembebanan ultimit pada suatu struktur gedung, yaitu kombinasi beban-beban ultimit, dihasilkan oleh kombinasi beban-beban nominal, masing-masing dikalikan dengan faktor beban.
- R Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut; faktor reduksi gempa representatif struktur gedung tidak beraturan.
- R_m Faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung.
- R_n Kekuatan nominal suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan nominal unsur-unsurnya, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor reduksi.
- R_u Kekuatan ultimit suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan ultimit unsur-unsurnya, yaitu kekuatan nominal yang masing-masing dikalikan dengan faktor reduksi.
- R_x Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-x pada struktur gedung tidak beraturan.
- R_y Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-y pada struktur gedung tidak beraturan.
- s Dalam subskrip menunjukkan besaran subsistem, struktur atau baja.
- S_u Kuat geser niralir lapisan tanah.
- S_{ui} Kuat geser niralir lapisan tanah ke-i.

- \bar{S}_u Kuat geser niralir rata-rata berbobot dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
- t_i Tebal lapisan tanah ke-i.
- T Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya Faktor Respons Gempa struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana.
- T_1 Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik.
- T_c Waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- u Dalam subskrip menunjukkan besaran ultimit.
- v_s Kecepatan rambat gelombang geser.
- \bar{v}_s Kecepatan rambat rata-rata berbobot gelombang geser dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
- v_{si} Kecepatan rambat gelombang geser di lapisan tanah ke-i.
- V Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut.

- V_e Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan.
- V_m Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung dalam kondisi di ambang keruntuhan dengan pengerahan faktor kuat lebih total f yang terkandung di dalam struktur gedung.
- V_n Pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk struktur gedung dengan tingkat daktilitas umum; pengaruh Gempa Rencana pada saat di dalam struktur terjadi peleahan pertama yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan f_1 .
- V_s Gaya geser dasar nominal akibat beban gempa yang dipikul oleh suatu jenis subsistem struktur gedung tertentu di tingkat dasar.
- V_t Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung dan yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons atau dari hasil analisis respons dinamik riwayat waktu.
- V_x^o Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-x di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.

- V_y^o Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-y di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.
- V_1 Gaya geser dasar nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung.
- W_n Kadar air alami tanah.
- W_b Berat lantai besmen struktur bawah suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- W_i Berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- W_p Berat unsur sekonder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik.
- W_t Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- x Penunjuk arah sumbu koordinat (juga dalam subskrip).
- y Penunjuk arah sumbu koordinat (juga dalam subskrip); dalam subskrip menunjukkan pembebanan pada saat terjadinya peleahan pertama di dalam struktur gedung atau momen yang bersifat momen leleh.
- z_i Ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.

- z_n Ketinggian lantai tingkat puncak n suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.
- z_p Ketinggian tempat kedudukan unsur sekonder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik terhadap taraf penjepitan lateral.
- β (beta)Indeks kepercayaan (*reliability index*), suatu bilangan yang bila dikalikan dengan deviasi standar distribusi besaran $\square n$ (R_u/Q_u), kemudian dikurangkan dari nilai rata-rata besaran tersebut, menghasilkan suatu nilai besaran itu yang probabilitas untuk dilampauinya terbatas pada suatu persentase tertentu, di mana R_u adalah kekuatan ultimit struktur gedung yang ditinjau dan Q_u adalah pembebanan ultimit pada struktur gedung itu.
- γ (gamma) Faktor beban secara umum.
- γ_D (gamma-D) Faktor beban untuk beban mati nominal.
- γ_E (gamma-E) Faktor beban untuk beban gempa nominal.
- γ_L (gamma-L) Faktor beban untuk beban hidup nominal.
- δ_m (delta-m) :Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
- δ_y (delta-y) :Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya peleahan pertama.

- ζ (zeta) : Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada Wilayah Gempa.
- η (eta): Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya peleahan pertama.
- μ (mu) :Faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya peleahan pertama.
- μ_m (mu-m) Nilai faktor daktilitas maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu sistem atau subsistem struktur gedung.
- ξ (ksi) : Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
- σ (sigma) Deviasi standar distribusi besaran $\square n (R_u/Q_u)$, di mana R_u adalah kekuatan ultimit struktur gedung yang ditinjau dan Q_u adalah pembebanan ultimit pada struktur gedung itu.
- Σ (sigma) Tanda penjumlahan.
- ϕ (phi): Faktor reduksi kekuatan secara umum.

ψ (psi): Koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.

DAFTAR TABEL

2.1	Koefisien Situs Fa Berdasarkan Parameter Percepatan Spektral Desain pada Periode Pendek	40
2.2	Koefisien Situs Fv Berdasarkan Parameter Percepatan Spektral Desain pada Periode 1 Detik	41
2.3	Faktor R, Cd, Ω_0	44
2.4	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa....	44
3.1	Beban Mati Pada Lantai Atap	65
3.2	Beban Mati Pada Lantai 2-12	66
3.3	Beban Hidup Pada Lift	66
3.4	Beban Mati Pada Lantai Atap	67
3.5	Beban Hidup Pada Lantai Atap	67
3.6	Beban Mati Pada Lantai 5-12	68
3.7	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa....	74
5.2	Faktor Keutamaan Gempa.....	75
5.3	Klasifikasi Situs.....	76
5.4	Klasifikasi Situs Fa.....	76
5.10	Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk sistem penahan Gempa	80
4.1	Luas Tulangan Pada Masing – Masing	93
4.2	Jarak Masing – Masing Tulangan Pada Penampang Serat Atas	93
4.5	Tabel Nilai Tegangan	95
4.6	Tegangan Yang Di Pakai	95
4.7	Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Elemen Dinding Geser	97
4.8	Momen Nominal	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Dinding Geser Berangkai dan Dinding Geser Kantilever	8
Gambar 2.2. Dinding Geser Kospel	9
Gambar 2.3. Dinding Geser Yang Dihubungkan Dengan Portal	10
Gambar 2.4. Dinding Geser Yang Dihubungkan Deangan Satu Portal	11
Gambar 2.5. Bagian Tinggi, Lebar dan Tebal Dinding Gesr	12
Gambar 2.6. Seismic Design Of reinforced concrete and Masonry.....	13
Gambar 2.7. Slender Shear Wall and Skuat Shear Wall	18
Gambar 2.8. Menunjukan sebuah rencana banggunan yang menerima gaya H	21
Gambar 2.9. Dinding geser yang mengelinlingi lift dan tangga	21
Gambar 2.10. Bentuk dinding geser	22
Gambar 2.11. Tata letak dinding geser	23
Gambar 3.1. Gambar Potongan dinding geser	53
Gambar 3.2. Rencana perletakan shear wall lantai 2-4.....	56
Gambar 3.3 Rencana perletakan shear wall lantai 2-4.....	57
Gambar 3.4. Rencana Shear Wall tampak samping	58
Gambar 3.5. Pembagian Berat Perlantai Bangunan	45
Gambar 3.6. Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Batu	46
Gambar 3.7. Perletakkan Balok T dan Balok L	56
Gambar 3.8. Pembagian Segmen pada Dinding Geser	64
Gambar 4.1. Diagram Tegangan dan Regangan Arah X Penulangan Longitudinal Pada segmen 1.....	72
Gambar 4.2. Diagram Tegangan dan Regangan Arah Z Penulangan Longitudinal Pada segmen 1.....	75
Gambar 4.3. Desain Tulangan Transversal Pada Segmen 1	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan gedung - gedung tinggi menjadi solusi kebutuhan lahan yang terus meningkat pada saat ini diiringi dengan jumlah populasi penduduk yang terus meningkat pula. Mengingat semakin banyaknya pembangunan namun terbatasnya lahan kosong yang ada maka pembangunan gedung tinggi menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan sehingga pemenuhan akan kebutuhan tempat tinggal, sekolah ataupun kantor dapat terpenuhi. Bangunan tinggi dapat menimbulkan dampak yang besar apabila mengalami kerusakan jika terjadi gempa bumi. Selain itu peristiwa gempa bumi tidak dapat dicegah tetapi dapat di antisipasi dengan berupaya membangun bangunan yang tahan terhadap gempa bumi. Seperti halnya kota Jakarta yang semakin banyaknya pembangunan bangunan tingkat tinggi sehingga mulailah dipikirkan kembali apakah kota Jakarta memiliki zona gempa 6 masih membutuhkan struktur yang tahan gempa mengingat getaran gempa yang termasuk tipe sedang. Perencanaan struktur bangunan tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat sebagian besar wilayahnya terletak dalam wilayah gempa. Saat ini penggunaan dinding geser (shear wall) banyak digunakan pada bangunan – bangunan tingkat tinggi. Hal ini dikarenakan dinding geser dapat menahan gaya geser yang diakibatkan gempa bumi. Dinding geser sendiri merupakan sistem elemen struktural berupa dinding yang sangat efektif digunakan sebagai penahan gaya /lateral untuk menambah kekakuan struktur karena kekakuan struktur sangat tinggi. Sesuai dengan perkembangan teknologi, para ahli mendesain bangunan tinggi tahan terhadap gempa dengan berbagai metode, misalnya dengan menggunakan dinding geser (shear wall), bracing. Oleh karena itu, analisa ini dilakukan untuk melihat perilaku struktur bangunan tingkat tinggi yang menggunakan dinding geser (shear wall).

Dengan latar belakang inilah penulis memilih suatu bentuk perencanaan konstruksi gedung yang dituangkan ke dalam suatu Tugas Akhir dengan judul :

**“REDESAIN PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PROGRAM
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SHEAR WALL SEBAGAI
PENAHAN LATERAL GEMPA PADA WILAYAH IV”**

Dengan mengacu pada SNI 03-2847-2013, SNI 03-1726-2012, maka kami mencoba menganalisis suatu gedung berlantai 12 + 1 lantai Atap dengan konstruksi shear wall beton bertulang.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat pada desain struktur tahan gempa menggunakan dinding geser Kantilever (shear wall) sesuai dengan SNI 03-1726-2012 pada Gedung Program Teknologi Informasi Dan Komputer Universitas Brawijaya Malang ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja dari dinding geser dalam menahan gaya geser dan lendutan yang diakibatkan oleh beban-beban lateral ?
2. Berapa besar rotasi lateral akibat penambahan dinding Geser Pengaruh beban Gempa sesuai SNI 03-1726-2012 ?
3. Berapa besarnya gaya – gaya yang bekerja pada portal akibat penambahan Dinding Geser Kantilver (shear wall) ?
4. Berapa Jumlah tulangan yang di gunakan pada dinding geser kantilever (shear wall) ?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud Dari tujuan akhir ini :

1. Untuk mengetahui kinerja dari dinding geser dalam menahan gaya geser dan lendutan yang di akibatkan oleh beban – beban lateral
2. Untuk mengetahui besarnya Rotasi arah lateral akibat penambahan dinding geser (shear wall)
3. Untuk mengetahui besarnya gaya yang bekerja pada portal akibat penambahan dinding geser (shear wall)
4. Untuk mengetahui jumlah tulangan yang digunakan pada dinding geser (shear wall)

1.4. Batasan Pembahasan

1. struktur yang dihitung adalah dinding geser kantilever.
2. penulangan yang dihitung dikhususkan pada dinding geser kantilever.
3. struktur gedung yang dibahas adalah struktur gedung tingkat tinggi dengan 12 lantai + 1 lantai atap pada dinding geser yang akan di pasang.
4. struktur di analisa dengan secara 3D dengan analisi dinamik dengan Program Bantu STAADPRO.
5. Lokasi bangunan di Malang.
6. peraturan-peraturan yang digunakan :
 - SNI 03-2847-2013
 - SNI 03-1726-2012

1.5. Maanfaat

Hasil dari perhitungan perencanaan struktur dinding geser kantilever (shear wall) ini dapat meningkatkan penambahan desain struktur dalam penerapan atau aplikasinya di lapangan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Uraian Umum

Dalam merencanakan suatu struktur harus di tetapkan komponen-komponen yang akan di gunakan sebagai ukuran maupun yang dapat menentukan apakah tersebut sesuai atau layak dengan ketentuan - ketentuan yang berlaku.

Dalam perencanaan yang akan di bahas pada tugas akhir ini adalah perencanaan dengan menggunakan Shear Wall Sebagai Penahan Lateral Gempa Pada Wilayah

4. Beton bertulang adalah bahan bangunan yang di gunakan seluruh dunia. beton yang di tulangi tidak kurang dari nilai minimun yang di syaratkan atau tampa prategang dan di rencakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama sama dalam menahan gaya yang bekerja. Alasan di gunakan beton bertulang sebagai bahan baku utama dalam perencanaan struktur adalah karena lebih efisien (murah), mudah di bentuk mempunyai kekuatan yang tinggi, mudah dalam perawatan dan relatif murah, dan material dalam pembuatannya mudah di dapatkan. Namun ada kekurangan dari material beton itu sendiri di bandingkan mateial baja, antara lain mempunyai daya kekuatan tarik yang rendah, membutuhkan bekisting dan penumpu sementara selama proses konstruksi , rasio kekuatan terhadap berat yang rendah dan stabilitas volumanya relatif rendah.

Pengaruh beban lateral pada desain struktur adalah hal yang mendasar yang amat penting untuk diminimasi. Hal ini sangat penting diperhatikan untuk bangunan bertingkat tinggi. Bagaimana suatu struktur menahan gaya lateral, tidak

saja mempengaruhi desain elemen - elemen vertikal struktur, tetapi juga elemen horisontalnya.

Mekanisme dasar untuk menjamin adanya kesetabilan lateral dapat diperoleh dengan menggunakan hubungan kaku pada struktur bertingkat rendah sampai tinggi. Rangka-rangka dapat kurang efisien sebagai pemikul beban lateral dibandingkan dinding geser atau bracing diagonal. Gedung bertingkat tinggi seringkali mempunyai rangka dasar yang diperkuat pada tepi gedung. Biasanya elemen struktur pengaku ini diletakkan pada lokasi yang tidak menimbulkan masalah fungsional (tidak dapat digunakan secara bebas).

Secara struktural dinding geser dapat dianggap sebagai balok kantilever vertikal yang terjepit bagian bawahnya pada pondasi atau basemen. Dinding geser berperilaku sebagai balok lentur kantilever. Oleh karena itu dinding geser atau shear wall selain menahan geser (shear force) juga menahan lentur.

2.2. Dinding Geser (*Shear wall*)

2.2.1. Pengertian Umum

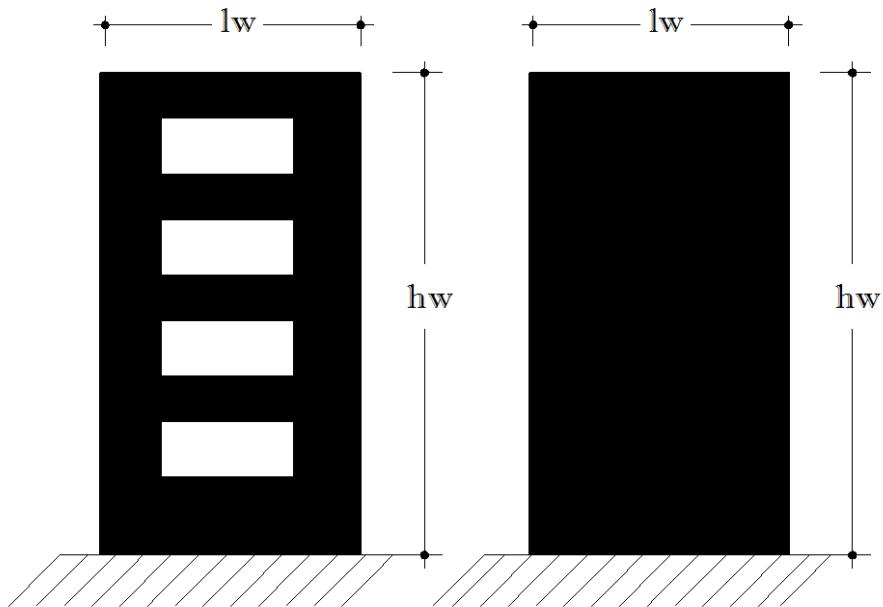
Untuk bangunan tinggi, di perlukan kekakuan yang cukup untuk menahan gaya – gaya lateral yang di sebabkan gempa. Jika bangunan tinggi tersebut tidak di desain secara benar terhadap gaya – gaya ini dapat timbul tegangan yang sangat tinggi , serta getaran dan goyangan dari samping ketika gaya – gaya tersebut terjadi. Akibatnya tidak hanya manimbulakan kerusakan parah pada bangunan tersebut juga mengakibatkan ketidaknyamanan pada penghuni.

Ketika dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar di tempatkan pada lokasi – lokasi tertentu yang sangat cocok dan

estrategi, dinding tersebut dapat di gunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan. Dinding – dinding seperti ini disebut dinding geser dan pada dasarnya merupakan belok kantilever vertikal yang tinggi dan memberikan stabilitas lateral pada struktur dengan menahan geser dan momen tekuk pada bidang datar yang di sebabkan gaya – gaya lateral.

Pada gedung bertingkat tahan gempa yang kurang dari 20 lantai penerapan struktur ini merupakan suatu alternatif sedang untuk gedung yang terdiri dari 20 lantai dan selebihnya struktur dinding geser sudah menjadi kewajiban dilihat dari segi ekonomis dan efektif dari segi pengendali defleksi. Pada prakteknya terdapat 2 jenis dinding geser yang banyak digunakan :

- a. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal atau dinding geser yang berangkai (coupled shear wall). Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme pelelehan lentur pada alasnya. Antara dinding geser-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.
- b. Dinding geser kantilever (free standing shear wall). Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas.



Gambar 2.1 a). Dinding Geser Berangkai b).Dinding Geser Kantilever

Karakteristik daya tahan dinding untuk tujuan perancangan adalah :

- Dinding geser sebaiknya menerus ke atas
- Untuk memperoleh dinding geser yang kuat, balok keliling dan balok pondasi sebaiknya diperkuat.
- Bila dinding atas dan bawah tidak menerus (berseling) gaya gempa yang ditahan oleh dinding harus disalurkan melalui lantai.

Kerangka gabungan dinding geser dengan portal beraneka ragam dan masalahnya sangatlah rumit. Beberapa kasus yang harus diperhatikan adalah karakteristik tegangan, deformasi, dan metode analisa perhitungan praktis untuk setiap kasus tersebut. Ketiga kasus tersebut adalah :

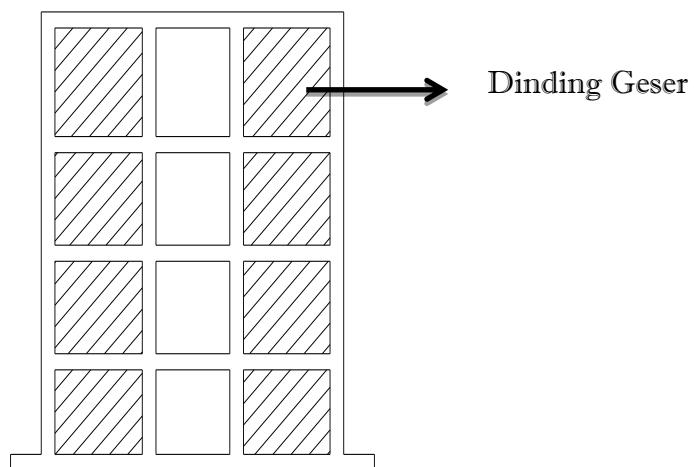
- a. Dinding geser kopel (coupled shear wall)

Adalah dua dinding geser yang dihubungkan oleh balok yang pendek (balok koridor) dan merupakan struktur penahan gempa yang efektif dengan ketegaran

yang besar. Bila dinding seperti ini dibebani gaya lateral, lendutan yang timbul pada setiap dinding bias diuraikan atas bagian-bagian yang sama seperti pada dinding geser yang berdiri sendiri :

- ✚ Deformasi geser, δ_s
- ✚ Deformasi lentur, δ_B
- ✚ Deformasi akibat rotasi pondasi, δ_R

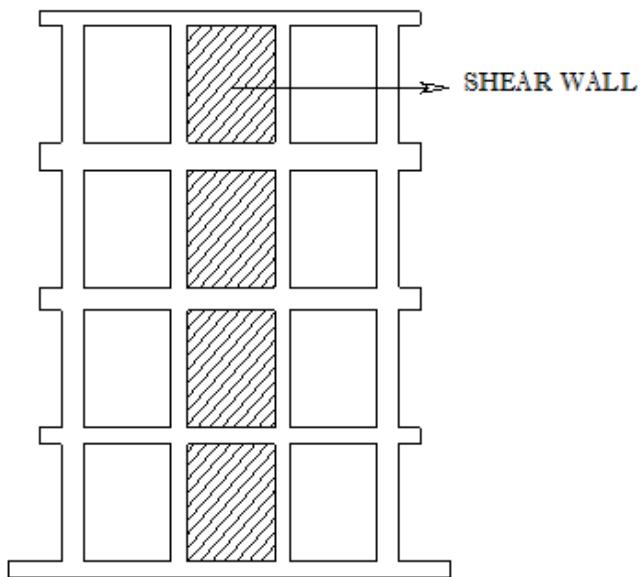
Dalam hal ini, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi akan dibatas oleh balok penghubung dinding-dinding geser, yang jauh berbeda dengan kasus dinding geser yang berdiri sendiri. Untuk menganalisisnya, dinding dianggap sebagai sebagai batang yang bisa dinyatakan oleh garis pusat dinding dan keseluruhan sistem diperlakukan sebagai portal satu bentang; kemudian metode analisa portal diterapkan dengan menyertakan deformasi geser dan lentur pada dinding dan balok yang dimiliki daerah tegar (rigid zone) dikedua ujungnya.



Gambar 2.2 Dinding Geser Kopel

b. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal

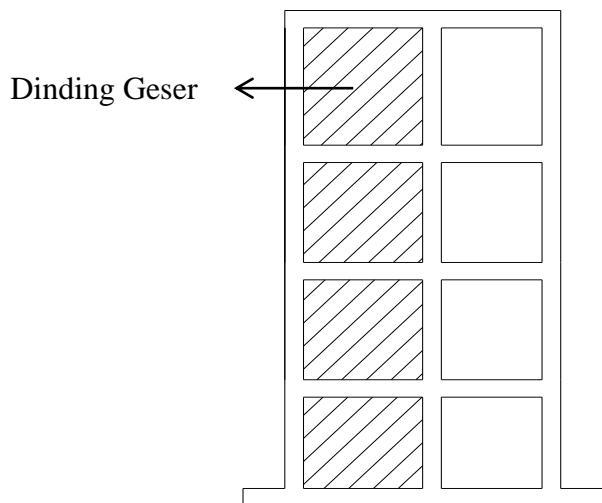
Bagian ini akan menjabarkan kasus portal yang dihubungkan pada semua tepi dinding geser. Sama halnya seperti dinding geser kopel, karakteristik lendutan pada kasus ini dapat dianggap analog seperti deformasi akibat lentur dan rotasi pada dinding geser independen yang dikekang oleh balok yang dihubungkan ke dinding tersebut. Namun penekanan dalam kasus ini tidak seperti pada dinding geser kopel. Sama seperti pada dinding geser kopel, balok yang berhubungan dengan dinding geser akan mengalami tegangan yang besar; selain itu, kolom-kolom yang berdekatan mengalami pemasaran tegangan akibat deformasi yang diinduksi oleh dinding sehingga perhitungan yang khusus diperlukan pada bagian ini.



Gambar 2.3. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal

C. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal satu bentang.

Dinding geser dengan koridor disalah satu sisinya merupakan contoh dinding dan kolom yang dihubungkan oleh balok berbentang pendek (balok penghubung). Kasus ini termasuk kasus khusus dari dinding geser yang dihubungkan dengan portal dalam bagian sebelumnya. Ditinjau dari sudut perancangan karena bentang balok penghubung biasanya pendek, deformasi yang ditimbulkan oleh dinding akan mengakibatkan pemusatkan tegangan pada balok dan kolom sehingga perencanaan elastic sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, dicoba untuk mengembangkan metode penentuan tegangan dan koefisien distribusi gaya geser dengan memakai contoh yang sesungguhnya, yang mana adalah dengan perancangan inelastis.

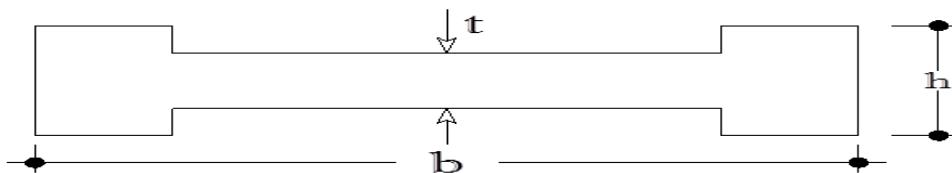


Gambar 2.4. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal satu bentang

Tegangan geser sesuai (*SNI 03-2847-2013*) : meskipun rasio lebar terhadap ketinggian dinding geser lebih kecil dari yang ada dibalok biasa, banyak percobaan pada dinding geser dengan ketebalan sama besar $l/25 \text{ } lw$ telah

menunjukkan bahwa tegangan geser ultimate lebih dari $(5/6)\sqrt{f'_c}$ bisa saja diperoleh.

Dengan ketebalan minimum dinding yang direncanakan; *SNI 03-2847-2013, pasal 16.5.3).(1)* : ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang daripada $^{1/25}$ tinggi atau panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral, diambil yang terkecil, dan tidak pula kurang daripada 100 mm.



Gambar 2.5. Bagian tinggi, lebar dan tebal dinding geser

dimana : h = tinggi dinding geser

b = lebar dinding geser

t = tebal dinding geser

➤ Tebal Dinding (t): $t < ^{1/25} \times h$ atau b dinding geser (diambil yang terkecil)

dan tidak boleh kurang dari 100 mm.

Hindarkan instabilitas oleh regangan beton $> 0,003$ dengan pengadaan komponen batas sesuai Pasal 23.6.(6(2)) yang menyatakan bahwa : Untuk dinding-dinding atau sistem dinding yang menerus secara efektif dari dasar hingga puncak bangunan dan direncanakan memiliki satu penampang kritis untuk lentur dan gaya axial.

- Daerah tekan harus diberi komponen batas khusus yaitu :

$$c > \frac{l_w}{600 \left(\frac{\delta_u}{h_w} \right)} \text{ dimana, } \left(\frac{\delta_u}{h_w} \right) \geq 0,007$$

dimana : δ_u adalah perpindahan rencana, mm

h_w adalah tinggi dinding keseluruhan atau segmen
dinding yang ditinjau.

- Bila komponen batas khusus diperlukan maka tulangan harus diteruskan secara vertikal dari penampang kritis sejarak tidak kurang daripada nilai

terbesar dari l_w atau $\frac{Mu}{4V_u}$

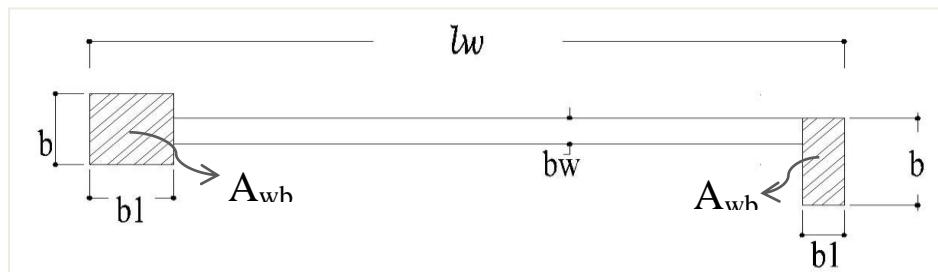
dimana : V_u adalah gaya geser terfaktor penampang (N)

Untuk mengontrol penulangan, ukuran dimensi dan jarak antar tulangan agar dinding tersebut dapat memenuhi persyaratan yang ada. Rasio penulangan untuk dinding adalah sebesar :

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

Dimana A_b adalah luas tulangan dan b_{sv} adalah jarak antar tulangan, dan ρ_1 tidak boleh kurang dari $0,7/f_y$ (MPa) dan tidak boleh lebih dari $1,6/f_y$ (MPa).

Sedangkan untuk pembatasan dimensi dinding adalah sebagai berikut :



Sumber : Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry

Bulidings, T. Paulay and M.J.N Priestley halaman 403.

- Syarat-syarat Pendemensi dinding geser :

Dengan menggunakan grafik (hal. 403) hubungan ketebalan kritis dengan

$$\text{Tebal dinding geser (bw)} \geq \frac{1}{16} h_w$$

$$\text{Tebal dinding geser (bw)} \geq \frac{1}{25} l_w$$

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

$$b \geq bc \quad b_1 \geq \frac{bc^2}{b}$$

$$b \geq \frac{1}{16} h_i \quad b_1 \geq \frac{1}{16} h_i$$

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

μ_{Φ} = rasio daktilitas kurva = 5

b_w = Tebal dinding geser

h_i = tinggi lantai pertama

h_w =tinggi dinding perlantai

l_w =lebar bagian dinding

Untuk mewujudkan prinsip disain kapasitas yang fundamental ini disain Dinding Struktural dapat dilakukan dengan 4 prosedur berikut ini :

1. Dengan beban lentur + aksial terfaktor, anggap potongan dasar dinding Struktural sebagai kolom dengan syarat penulangan longitudinal diujung dan badan Dinding Struktural sesuai dengan “Paling sedikit dua lapis tulangan

harus dipasang pada dinding apabila gaya geser bidang terfaktor yang dibebankan ke dinding melebihi $\frac{1}{6} \cdot A_{cv} \sqrt{f'_c}$;

Dimana :

- A_{cv} adalah luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau (mm^2)
- f'_c adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa).

Selanjutnya untuk SNI 03-2847-2013 pasal 12.3(5) butir 1 halaman 71 memberikan batasan maksimum terhadap kuat tekan rencana (ϕP_n), yaitu :

$$\phi P_n (\text{maks}) = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})$$

Dimana :

- ϕ adalah faktor reduksi kekuatan
- P_n adalah kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas (N)
- f'_c adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)
- f_y adalah kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan, (MPa)
- A_g adalah luas bruto penampang (mm^2)
- A_{st} adalah luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil) (mm^2) ($A_{st} = \rho_v \cdot b \cdot d$),

dimana

$$\rho_v = \text{ratio penulangan}, b = \text{lebar (mm)} \text{ dan } d = \text{tinggi efektif (mm)}.$$

Secara umum, rasio penulangan ρ_v untuk dinding struktural tidak boleh kurang dari yang disyaratkan dalam SNI 03-2847-2013, dimana $\rho_v \geq 0,0025$ sepanjang sumbu longitudinal dan transversal. Demikian pula halnya jarak spasi tulangan untuk masing-masing arah dan tidak boleh lebih dari 450 mm. Tulangan

dipasang untuk menahan geser dan mencapai kuat geser tertentu harus di pasang menerus dan didistribusikan merata di seluruh bidang geser.

1. Pastikan tidak terjadi kegagalan oleh tegangan tarik dan tekan diagonal oleh beban geser dengan pengamanan berturut-turut sesuai : yang sesuai dengan SNI 03-2847-2013 yang menyatakan bahwa : Kuat geser nominal, V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada $V_n = A_{cv} [\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_n f_y]$

Dimana :

$$\text{Koefisien } \alpha_c = \frac{1}{4} \text{ untuk } \left(\frac{h_w}{\lambda_w} \right) \leq 1,5, \alpha_c = \frac{1}{6} \text{ untuk } \left(\frac{h_w}{\lambda_w} \right) \leq 2,0 \text{ dan dapat}$$

digunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai di antaranya.

Dimana h_w adalah tinggi dinding keseluruhan atau segmen dinding yang ditinjau dan λ_w adalah panjang keseluruhan dinding atau segmen dinding yang ditinjau dalam arah gaya geser (mm).

2. Hindarkan instabilitas oleh regangan beton $> 0,003$ dengan pengadaan komponen batas sesuai Pasal 23.6.(6(2)) yang sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pada halaman 220 yang menyatakan bahwa : Untuk dinding-dinding atau sistem dinding yang menerus secara efektif dari dasar hingga puncak bangunan dan direncanakan memiliki satu penampang kritis untuk lentur dan gaya axial.

Deformasi pada dinding geser kantilever menyerupai deformasi kolom kantilever yang tegak lurus tanah dan selain deformasi lentur, dinding geser mengalami deformasi geser dan rotasi secara keseluruhan akibat gaya lateral.

Deformasi total dihitung dengan menjumlahkan perpindahan δ_R akibat rotasi pondasi dan perpindahan δ_B dan δ_s akibat lentur dan geser.

$$\delta = \delta_S + \delta_B + \delta_R$$

Gedung yang sesungguhnya tidak memiliki dinding geser yang berdiri sendiri karena dinding berhubungan dalam segala arah dengan balok atau batang lain ke kolom-kolom disekitarnya sehingga deformasi dinding akan dibatasi disebut sebagai pengaruh perbatasan (boundary effect) maka harus disertakan dalam perhitungan.

Untuk dinding geser berlubang, perpindahan relatif (δ) diakibatkan oleh deformasi lentur, deformasi geser, dan deformasi akibat rotasi pondasi seperti pada yang telah disebutkan diatas, pada kasus ini deformasi geser (δ_s) dinyatakan sebagai (δ_F), yakni deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang.

$$\delta = \delta_F + \delta_B + \delta_R$$

Klasifikasi dinding geser berdasarkan perbandingan tinggi dinding dan lebar dinding dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Dinding geser langsing (*Slender Shear Wall*)

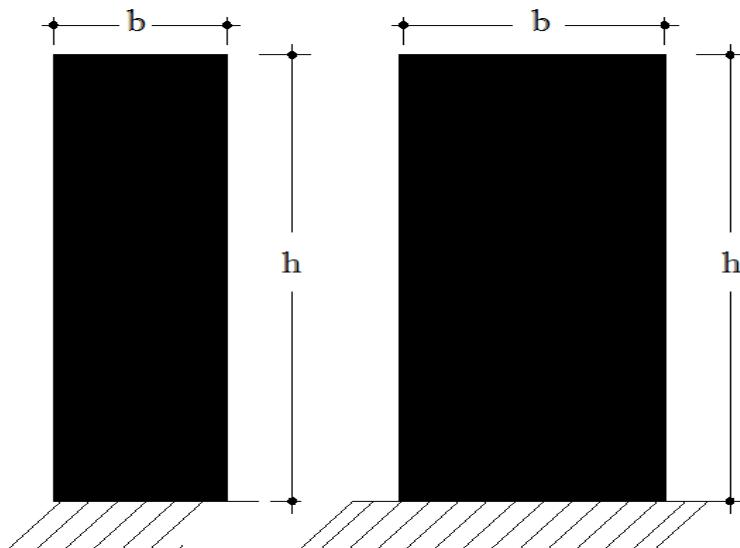
Jika $\frac{(h)}{(b)} > 2$

2. Dinding geser gemuk (*Squat Shear Wall*)

Jika $\frac{(h)}{(b)} \leq 2$

dimana : h adalah tinggi bruto dinding geser

b adalah lebar bruto dinding geser



Gambar 2.7 a.) Slender Shear Wall b). Squat Shear Wall

Untuk keperluan penyambungan tulangan dari tingkat sebelumnya harus diteruskan agar menjamin perilaku serta kekuatan dari struktur. Panjang tulangan yang diteruskan tersebut panjangnya tidak kurang dari panjang penyaluran l_d .

Besarnya l_d dapat dihitung dengan rumus : $l_d = m_{db} \cdot l_{db}$ (Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 149)

dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \cdot A_b \cdot f_y}{c \cdot \sqrt{f'c}}, \text{ satuan MPa. (Seism Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 150)}$$

dengan :

A_b adalah luas penampang tulangan (mm^2)

c adalah $3 \times$ diameter tulangan (mm)

m_{db} adalah faktor modifikasi sebesar 1,3

Diameter tulangan tidak boleh melebihi $\frac{1}{8}$ dari tebal dinding geser.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan 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).

Untuk tulangan tranversal sesuai SNI 03-2847-20013:

$$A_{sh} = 0,09 (s h_c f'_c / f_{yh})$$

- A_{sh} adalah luas penampang total tulangan tranversal (termasuk sengkang pengikat) dalam rentang spasi s dan tegak lurus terhadap dimensi h_c , mm^2 .
- h_c adalah dimensi penampang inti kolom (dinding struktural) diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekang, mm.
- s adalah spasi tulangan tranversal diukur sepanjang sumbu longitudinal komponen struktur, mm.
- f_{yh} adalah kuat leleh tulangan tranversal yang disyaratkan, MPa.

Kuat geser yang diizinkan dalam SNI 03-2847-2013 adalah ϕ .

$$V_n \geq V_u \text{ Dengan } V_n = \frac{V_u}{\phi} \text{ dan } V_n = V_c + V_s ,$$

V_n = kuat geser nominal

Asumsi ini dianggap bahwa kekuatan geser diberikan oleh tulangan geser V_s dan sisanya oleh beton. Kuat geser yang disumbangkan oleh beton harus

$$\text{diambil : } V_c = \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) \cdot b_w \cdot d \text{ (SNI 03- 2847-2013)}$$

Dimana $d = 0,8 l_w$ dimana l_w adalah lebar dinding geser.

Pada daerah sendi plastis, kuat geser hanya disumbangkan oleh tulangan-tulangan geser. Jadi $V_c = 0$.Kuat geser yang disumbangkan diambil :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot 0,8 l_w}{S}$$

Maka : $V_u \leq \phi \cdot V_n$

$$V_u \leq \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$V_u \leq \left[(\phi \cdot V_c) + \left(\frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot 0,8 \cdot l_w}{S} \right) \right]$$

$$\frac{A_v}{S} \leq \frac{(V_u - V_c \cdot \phi)}{\phi \cdot f_y \cdot 0,8 \cdot l_w}$$

$$A_v \leq \frac{(V_u - V_c \cdot \phi)}{\phi \cdot f_y \cdot 0,8 \cdot l_w} \cdot S$$

Dimana : A_v = luas tulangan geser (cm^2) l_w = lebar dinding geser (cm)

b_w = tebal dinding geser (cm) f_y = kuat leleh baja (mpa)

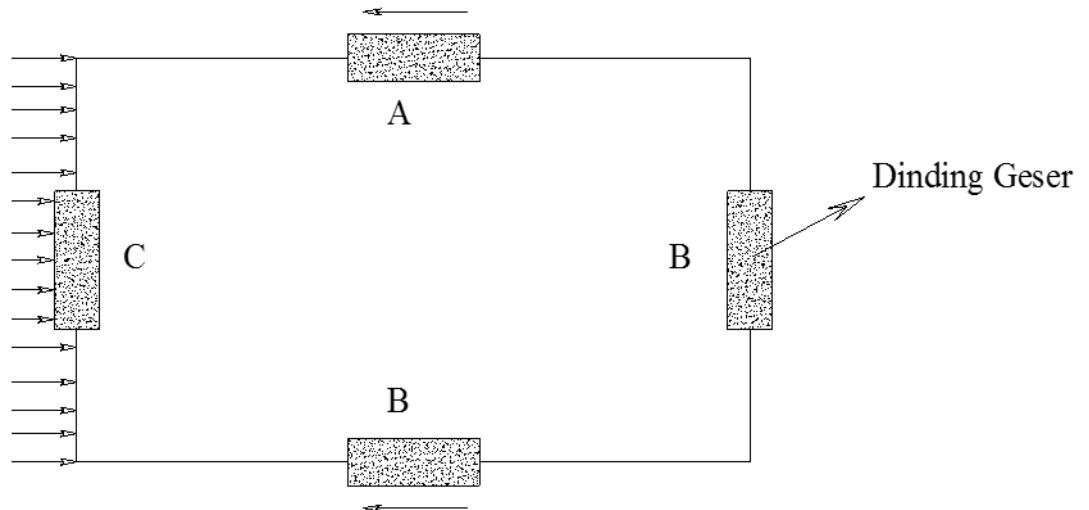
S = jarak tulangan geser (cm)

$$\leq 3 \cdot b_w$$

$$\leq 1/5 \cdot b_w$$

$$\leq 50 \text{ cm}$$

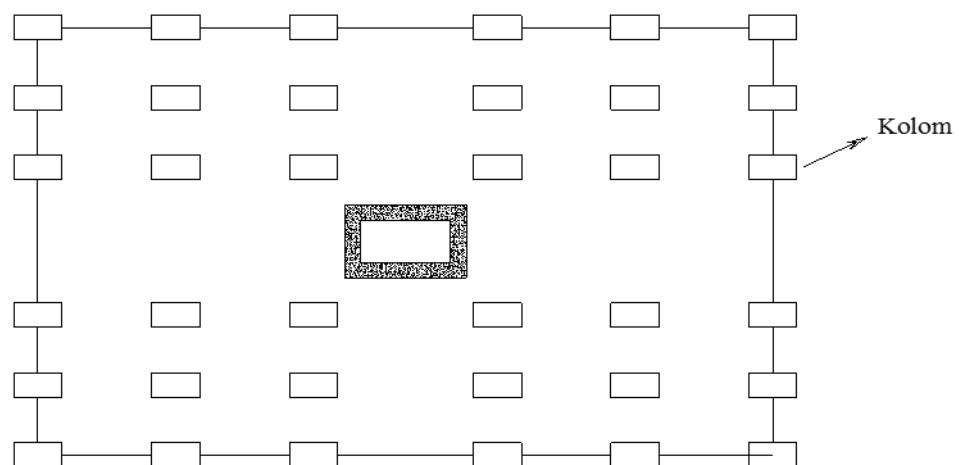
Gambar 2.7 menunjukkan sebuah rencana bangunan yang menerima gaya – gaya horizontal. Gaya – gaya tersebut di terapkan kepada pelat lantai dan atap bangunan dan pelat – pelat itu bekerja sebagai balok besar di sisi – sisi dinding serta menyalurkan bebab ke dinding geser A dan B. jika gaya lateral datang dari arah lain gaya tersebut akan di tahan oleh dinding geser C dan D, selanjutnya dinding geser didesain sedemikian rupa.



Gambar 2.8. menunjukkan sebuah rencana bangunan yang menerima gaya Horizontal

Sumber : Jack C. McCormac. Desain Beton Bertulang

Dinding geser dapat di gunakan dapat di gunakan untuk menahan gaya lateral saja maupun sebagai dinding pendukung, selanjutnya, dinding geser dapat digunakan untuk ruang lift ,tangga, dan munking toilet , seperti yang di perlihatkan gambar 2.8. Struktur tipe kotak yang diperlihatkan ini sangat penting memuaskan untuk menahan gaya horizontal .



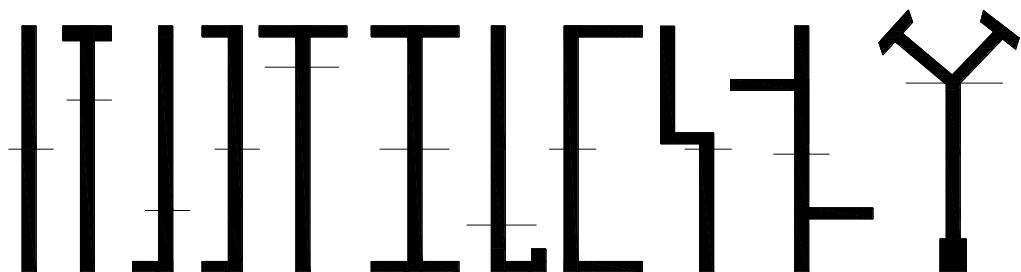
Gambar 2.9. Dinding geser yang mengelilingi lift dan tangga

Sumber : Jack C. McCormac. Desain Beton Bertulang

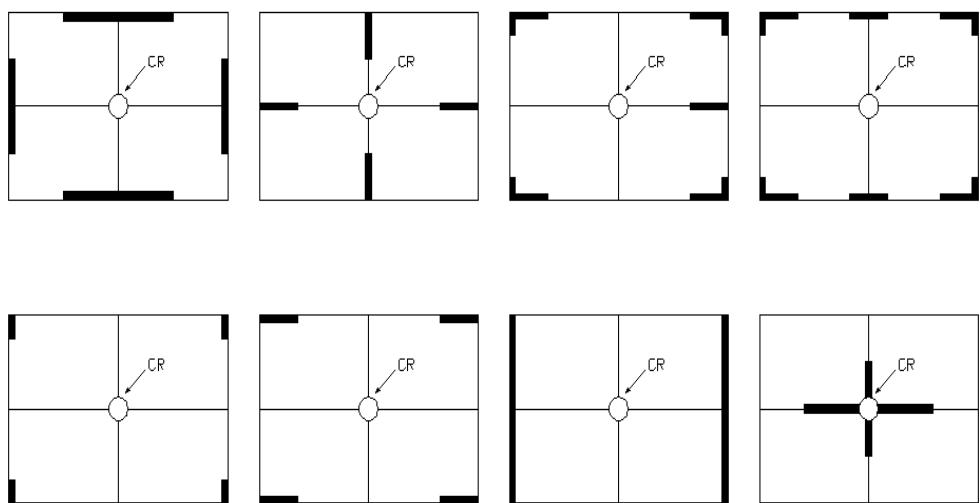
Dalam perencanaan struktur tahan gempa, tiap elemen struktur didesain dengan berbagai ketentuan tertentu. Sama halnya terhadap dinding struktural yang merupakan sistem struktur atau bagian dari sistem yang memikul beban gempa seperti dinding geser.

2.3. Bentuk dan Tata Letak Dinding geser

Sistem dinding geser dapat di bagi menjadi sistim terbuka dan tertutup.sistim terbuka terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang yidak lengkap ,melingkupi ruang asimetris .contohnya adalah L, X, T, V, Y dan H.sedang sistim tertutup melingkupi ruang geometris,bentuk – bentuk yang sering di jumpai adalah Bujursangkar ,Segitiga, Persegi panjang dan Bulat .Bentuk dan Penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku struktural apabila di beban secara lateral. Dinding geser yang di letakan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memiliki torsi selain lentur dan geser langsung.



Gambar 2.10. Bentuk Dinding Geser



Gambar 2.11. Tata letakdinding Geser

Di mana :

- ✚ Lingkaran yang terdapat pada tiap denah CR (center of rigidity) atau kekakuan pusat
- ✚ Garis yang tebal menunjukan dinding geser
- ✚ Garis yang tipis menunjukan garis denah banguna

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 = $\frac{E \times l}{L}$

Dimana : $E = 200.000 \text{ Mpa}$ (SNI 2847-2013 Ps.8.5.2) dan

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

Deformasi Dinding Geser

Deformasi dinding geser menyerupai deformasi balok yang tegak lurus tanah.deformasi dinding geser bertingkat dapat dibedakan atas :

- Deformasi lentur
- Deformasi geser
- Deformasi akibat rotasi

Di antara ketiga jenis deformasi ini, deformasi akibat lentur dan rotasi ponsai merupakan yang terbesar pada gedung bertingkat banyak. Karakteristik lendutan dinding berbeda lebih jauh dengan lendutan portal ,dam lendutan dinding terutama di pengaruhi oleh deformasi tipe geser.perpindahan relatif tingkat – tingkat atas suatu dinding geser jauh lebih besar dari pada tingkat bawah, sedangkan perpindahan relatif tingkat – tingkat atas dan bawah pada portal hampir sama.

2.3.1. Kerangka Perencanaan Sistem Dinding Geser

Kerangka kerja dalam merencanakan suatu sistem struktur dinding geser yang efektif menahan beban lateral dan termasuk ketahanannya terhadap gempa selain beban gravitasi adalah sebagai berikut :

- Kontrol penempatan dinding geser
- Merencanakan beban gravitasi, massa, dan aksial yang memusatkan beban pada dinding geser
- Analisa beban lateral dan mengestimasi kekuatan gempa, pada proyek ini berlokasi di malang termasuk dalam wilayah gempa 4.

- Analisis terhadap sistem struktur
- Penentuan gaya-gaya rencana yang bekerja
- Desain untuk kekuatan lentur

2.4. Puntir

2.4.1. Pengertian puntir (Torsi)

Torsi adalah puntiran dalam banyak hal ,sering terjadi pada gaya yang menyebabkan elemen struktur berotasi terhadap sumbu longitudinalnya. Gaya yang merupakan resultan dari tegangan torsi merupakan kopel yang mnegimbangi momen torsi external (*sumber : strluture oleh : Daniel L.schodek*)

Torsi terjadi pada konstruksi beton monolit ,terutama apabila beban bekerja pada jarak yang tidak nol dari sumbu memanjang batang struktur. Balok ujung dari panel lantai, balok tepi yang menerima beban dari satu sisi atap kanopi dari halte bus yang di tumpu oleh sistem balok di atas kolom,balok keliling pada lubang lantai dan juga tangga melingkar, semuanya merupakan contoh elemen structural yang mengalami momen puntir. momen puntir sering kali menyebabkan tegangan g struktueser yang cukup besar .sebagai akibatnya terjadi retak – retak yang dapat menjalar sampai melebihi limit serviceability yang diijinkan. Pada keadaan nyata balok tepi suatu sistem struktural, besarnya kerusakan akibat torsi biasanya tidak terlalu mengkhawatirkan, ini di sebabkan oleh adanya retribusi tengangan di dalam struktural. Hampir semua balok beton yang segi empat yang mengalami torsi mempunyai komponen penampang berupa segiempat seperti penampang bersayap (berflens) seperti penampang balok T dan L.kapasitas beton sederhana dalam menahan torsi apabila di kombinasikan dengan beban lain dapat

banyak dalam hal lebih kecil dari pada apabila hanya menahan torsi luar rencana yang tanpa di kombinasikan dengan dengan gaya lainnya.(*sumber bertulan Dr. Edward G. Nawy, P.E*). Secara umum, torsi torsi (puntiran) terjadi akibat perputaran beban– beban yang titik kerjanya tidak terletak pada sumbu simetri vertikal.(*sumber dasar-dasar perencanaan beton bertulan oleh Ir. W.c. Vis dan Ir. Gideon H. Kusuma M. Eng*)

2.4.2. Eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai tingkat

Pusat massa lantai tingkat suatu struktur gedung adalah titik tangkap resultante beban mati, berikut beban hidup yang sesuai, yang bekerja pada lantai tingkat itu. Pada perencanaan struktur gedung, pusat massa adalah titik tangkap beban gempa statik ekuivalen atau gaya gempa dinamik.

Pusat rotasi lantai tingkat suatu struktur gedung adalah suatu titik pada lantai tingkat itu yang bila suatu beban horisontal bekerja padanya, lantai tingkat tersebut tidak berotasi, tetapi hanya bertranslasi, sedangkan lantai-lantai tingkat lainnya yang tidak mengalami beban horisontal semuanya berotasi dan bertranslasi.

Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana ed. Apabila ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa, dinyatakan dengan b , maka eksentrisitas rencana ed harus ditentukan sebagai berikut :

Untuk $0 < e < 0,3 b$, $ed = 1,5 e + 0,05 b$

atau $ed = e - 0,05 b$, Untuk $e > 0,3 b$:

$$ed = 1,33 e + 0,1 b$$

$$\text{atau } ed = 1,17 e - 0,1 b$$

dan dipilih di antara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau.

2.5. Pembebaan Pada Struktur

Beban-beban yang akan ditanggung oleh suatu struktur atau elemen struktrur tidak selalu dapat diramalkan dengan tepat sebelumnya, bahkan apabila beban-beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu biasanya distribusi beban dari elemen yang lain pada keseluruhan struktur masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Adapun beberapa jenis beban yang bekerja pada suatu struktur antara lain :

2.5.1. Beban Mati (PPBI 1987 Pasal 1.1)

Beban mati merupakan gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur di dalam struktur. Gaya-gaya yang menghasilkan beban mati terdiri dari berat unsur pendukung beban dari bangunan, lantai, dinding partisi tetap, balok, kolom, dan seterusnya. Beban mati dapat dinyatakan sebagai gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur di dalam struktur.

2.5.2. Beban Hidup (PPBI 1987 Pasal 1.2)

Beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan juga termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, misalnya mesin - mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

2.5.3. Beban Gempa (PPBI 1987 Pasal 1.4)

Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.

2.5.4. Beban Khusus

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus.

2.5.5. Beban Kombinasi

Beban kombinasi ialah gabungan dari beban-beban yang bekerja pada suatu struktur. Pada beban kombinasi ini beban-beban dikalikan faktor keamanan.

Dari bermacam jenis pembebanan yang ada, kemudian jenis – jenis pembebanan tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh gaya dalam yang maksimum yang sesuai keinginan maka perlu dibuat kombinasi sesuai dengan fungsi gedung, lokasi, dan perilaku beban yang kemungkinan akan terjadi terhadap struktur yang analisa. Adapun jenis – jenis kombinasi yang dipakai(*SNI 03 – 2847 – 2013*) dalam penulisan tugas akhir ini antara lain :

- a. Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan $U = 1,4 D$ (*SNI 03–2847–2013*)

Kuat perlu untuk menahan beban mati (D) dan beban hidup (L) paling tidak harus sama dengan :

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

- b. Kekuatan struktur terhadap beban gempa (E) harus diperhitungkan dalam perencanaan dengan mengambil kombinasi pembebanan sebagai berikut :

$$U = 1,2D + 1,0L \pm 1,0E$$

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

Dimana:

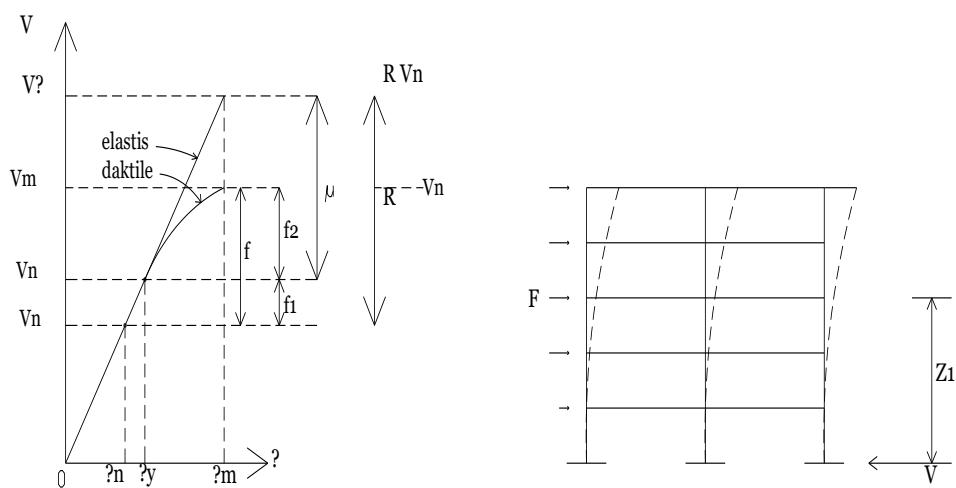
- U = Kuat perlu
- D = Beban mati

- L = Beban hidup
- E = Beban gempa

2.6. Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung seperti rangka (portal), dinding geser, kolom, balok, lantai, lantai tanpa balok (plat lantai cendawan) dan kombinasinya, harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik memasuki perilaku inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu, selisih energi beban gempa harus mampu disebarluaskan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk kemampuan deformasi secara inelastis. Kemampuan ini yang disebut sebagai daktilitas struktur.

Asumsi ini adalah konservatif, karena dalam keadaan sesungguhnya struktur gedung yang daktail memiliki δ_m yang relatif lebih besar dari pada struktur gedung yang elastik, sehingga memiliki μ yang relatif lebih besar dari pada yang diasumsikan. Asumsi yang dianut divisualisasikan dalam diagram beban-simpangan (diagram V- δ) ditunjukkan dalam Gambar 2.1:



Gambar 2.12. Diagram beban simpangan (diagram v) pada struktur gedung

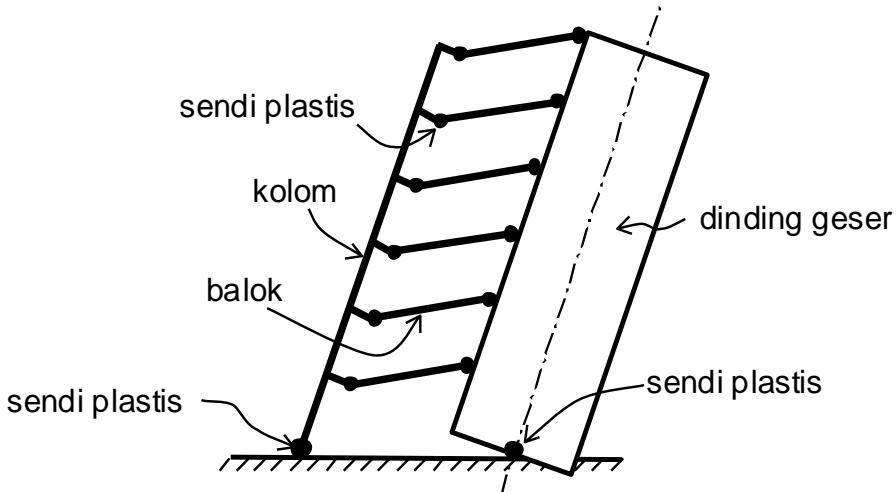
Sumber Gambar2.17 : SNI 03-1726-2013

Dalam menetapkan pembebanan gempa nominal (V_n) akibat pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung. Nilai V_n harus lebih rendah dari nilai V_y , sedemikian rupa sehingga rasio V_y/V_n merepresentasikan faktor kuat lebih beban (f_1) dan bahan f_1 yang terkandung di dalam struktur gedung. Faktor kuat lebih ini terbentuk oleh kekuatan terpasang dari unsur-unsur struktur yang direncanakan melalui cara perencanaan beban dan kuat terfaktor.

2.7. Perencanaan Kapasitas

Faktor duktilitas suatu struktur gedung merupakan dasar bagi penentuan beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Karena itu, tercapainya tingkat duktilitas yang diharapkan harus terjamin dengan baik. Hal ini dapat tercapai dengan menetapkan suatu persyaratan yang disebut “kolom kuat balok lemah”. Hal ini berarti, bahwa akibat pengaruh Gempa Rencana, sendi-sendi plastis di dalam struktur gedung hanya boleh terjadi pada ujung-ujung balok dan pada kaki

kolom dan kaki dinding geser saja. Secara ideal, mekanisme keruntuhan suatu struktur gedung terdapat pada gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.13. : Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok, kaki

Sumber: SNI 03-1726-2013

2.8. Bentuk Suatu Bangunan Dalam Perencanaan

Tinjauan bentuk dari suatu bangunan dalam perencanaan “Bangunan Tahan Gempa” pada dasarnya akan mempengaruhi hal - hal sebagai berikut.

- Tingkat kesulitan dalam perencanaan atau analisa
- Sifat dan kelakuannya struktur sewaktu dilanda gempa



Tingkat kesulitan dalam Perencanaan

Pada peninjauan struktur yang akan di analisa dapatlah diterima, bahwa semakin tidak teraturnya bentuk dari suatu bangunan semakin sulit pula cara perencanaannya.

Oleh karena bangunan - bangunan dengan bentuk yang tidak teratur

akan memerlukan analisa dinamis, dan lagi pula timbul suatu kesulitan-kesulitan dalam meramalkan perilakunya atau anggapan-anggapan yang diperlukan dalam analisa dinamis. Disamping keterbatasan kita dalam melakukan perhitungan sehingga membutuhkan komputer untuk menyelesaikannya. Disamping kesulitan - kesulitan dalam pendetailan dari elemen - elemen strukturnya dalam perencanaan bangunan tahan gempa, sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam perencanaan dan hal ini pun juga terbatas, walaupun elemen - elemen struktur telah di detail dengan baik tetapi masih belum bisa menjamin bahwa stukturnya akan tahan atau berperilaku baik sewaktu dilanda gempa.

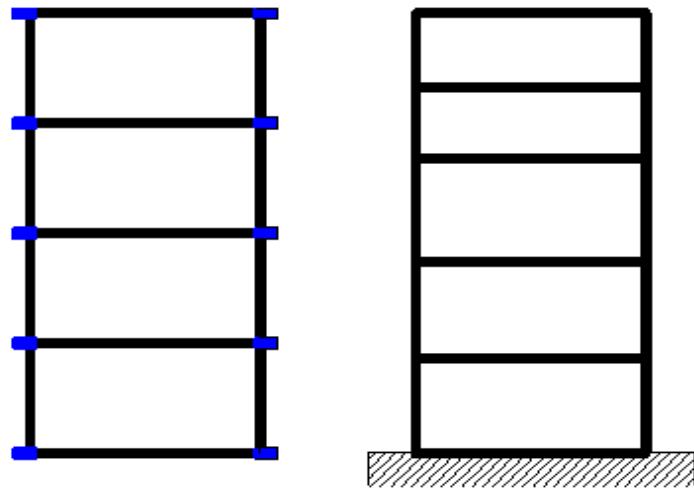


Sifat dan kelakuannya struktur sewaktu dilanda gempa

Struktur-struktur dengan bentuk yang sederhana dan simetris akan mempunyai ketahanan yang paling baik terhadap gempa.

Akan tetapi hal ini belum tentu bisa menjamin berperilaku baik, apabila elemen-elemen struktur konstruksi utamannya tidak kita perhatikan dalam perencanaan.

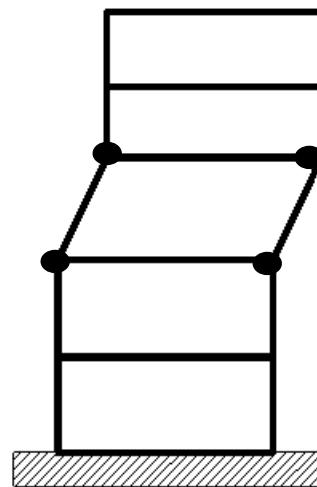
Atau bisa juga bila elemen-elemen non strukturnya tidak kita perhatikan yang akan mempengaruhi perilaku dari struktur secara keseluruhan, Sebagai contoh dengan meninjau gambar di bawah



Gambar 2.14 a).Denah

b).Kekakuan antar tingkat yg tidak seragam

Dari bentuk konstruksi seperti diatas maka dapat diperkirakan bahwa pola keruntuhan strukturnya sewaktu dilanda gempa akan berperilaku sebagai berikut :



Gambar 2.15 Keruntuhan struktur yang harus dihindarkan

2.9. Perencanaan Struktur Bangunan Gedung tidak beraturan

2.9.1. Ketentuan untuk Analisis Respons Dinamik

Analisis respons dinamik adalah beban yang berubah – ubah sesuai waktu atau diartikan sebagai “Time Varying”. Sebagian besar bangunan sipil dapat didesain hanya menerima beban statis. Padahal pada kenyataannya tidak ada struktur yang benar – benar menerima beban statis. Gaya – gaya yang bekerja selalu berubah menurut fungsi waktu.

Struktur gedung tidak beraturan berpengaruh terhadap Gempa Rencana harus ditentukan melalui analisis respons dinamik 3 dimensi. Untuk mencegah terjadinya respons struktur gedung terhadap pembebahan gempa yang dominan dalam rotasi, dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, setidaknya gerak ragam pertama (fundamental) harus dominan dalam translasi.

Daktilitas struktur gedung tidak beraturan yang representatif mewakili daktilitas struktur 3D. Tingkat daktilitas tersebut dapat dinyatakan dalam faktor reduksi gempa R representatif, yang dapat dihitung sebagai nilai rata-rata berbobot dari faktor reduksi gempa untuk 2 arah sumbu koordinat ortogonal dengan gaya geser dasar yang dipikul oleh struktur gedung dalam masing-masing arah tersebut sebagai besaran pembobotnya yang terdapat di SNI 03-1726-2012 persamaan berikut:

$$R = \frac{V_x^o + V_y^o}{V_x^o / R_x + V_y^o / R_y}$$

di mana

- R_x dan V_x^0 : Faktor reduksi gempa dan gaya geser dasar untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-x.
- R_y dan V_y^0 : Faktor reduksi gempa dan gaya geser dasar untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-y.

Metoda ini hanya boleh dipakai, jika rasio antara nilai-nilai faktor reduksi gempa untuk 2 arah pembebanan gempa tersebut tidak lebih dari 1,5.

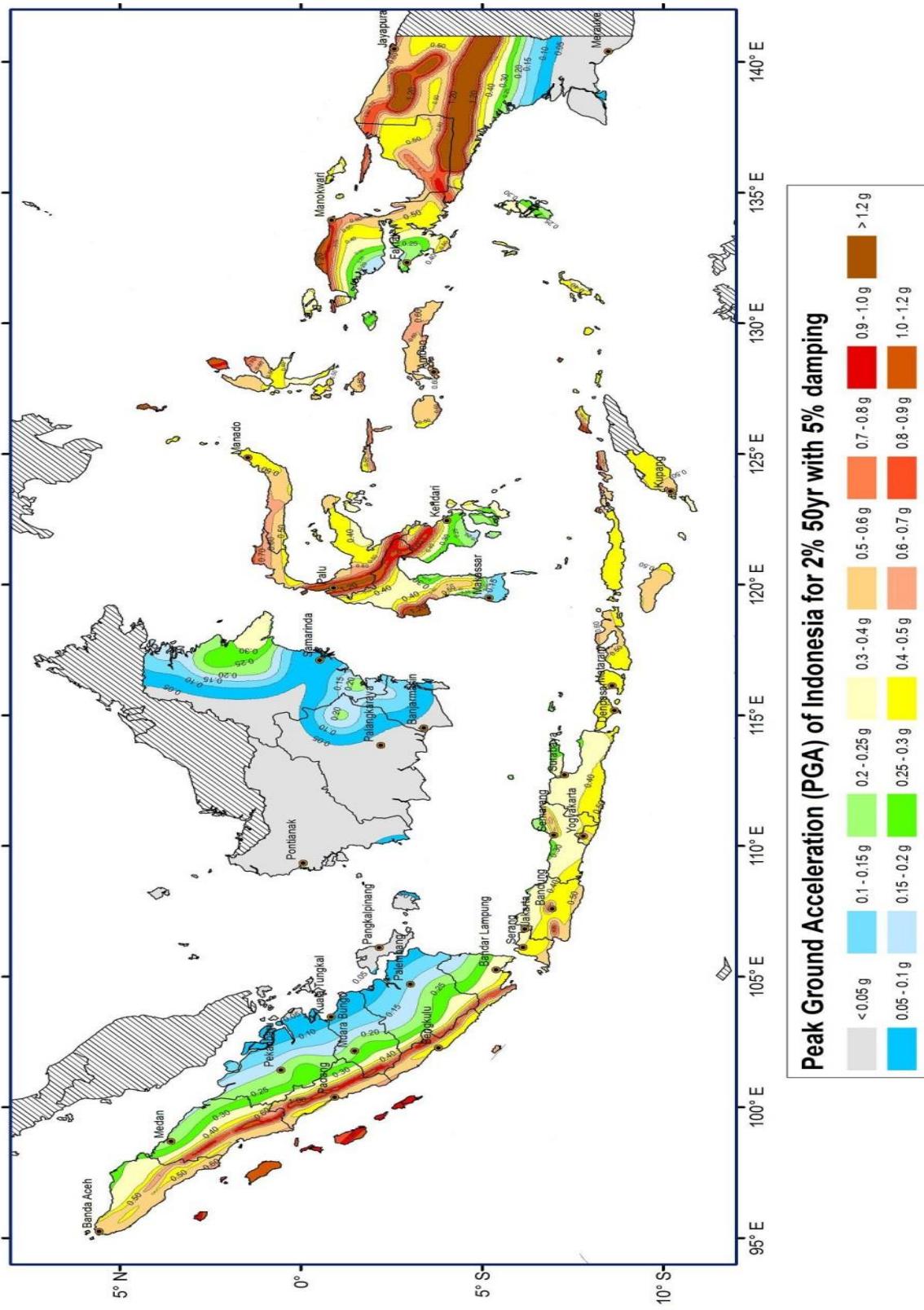
Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana dalam suatu arah tertentu, diambil kurang dari 80% nilai respons ragam yang pertama. Apabila respons dinamik struktur gedung dinyatakan dalam gaya geser dasar nominal V , maka persyaratan tersebut dapat dinyatakan menurut SNI 03-1726-2012 pada persamaan berikut :

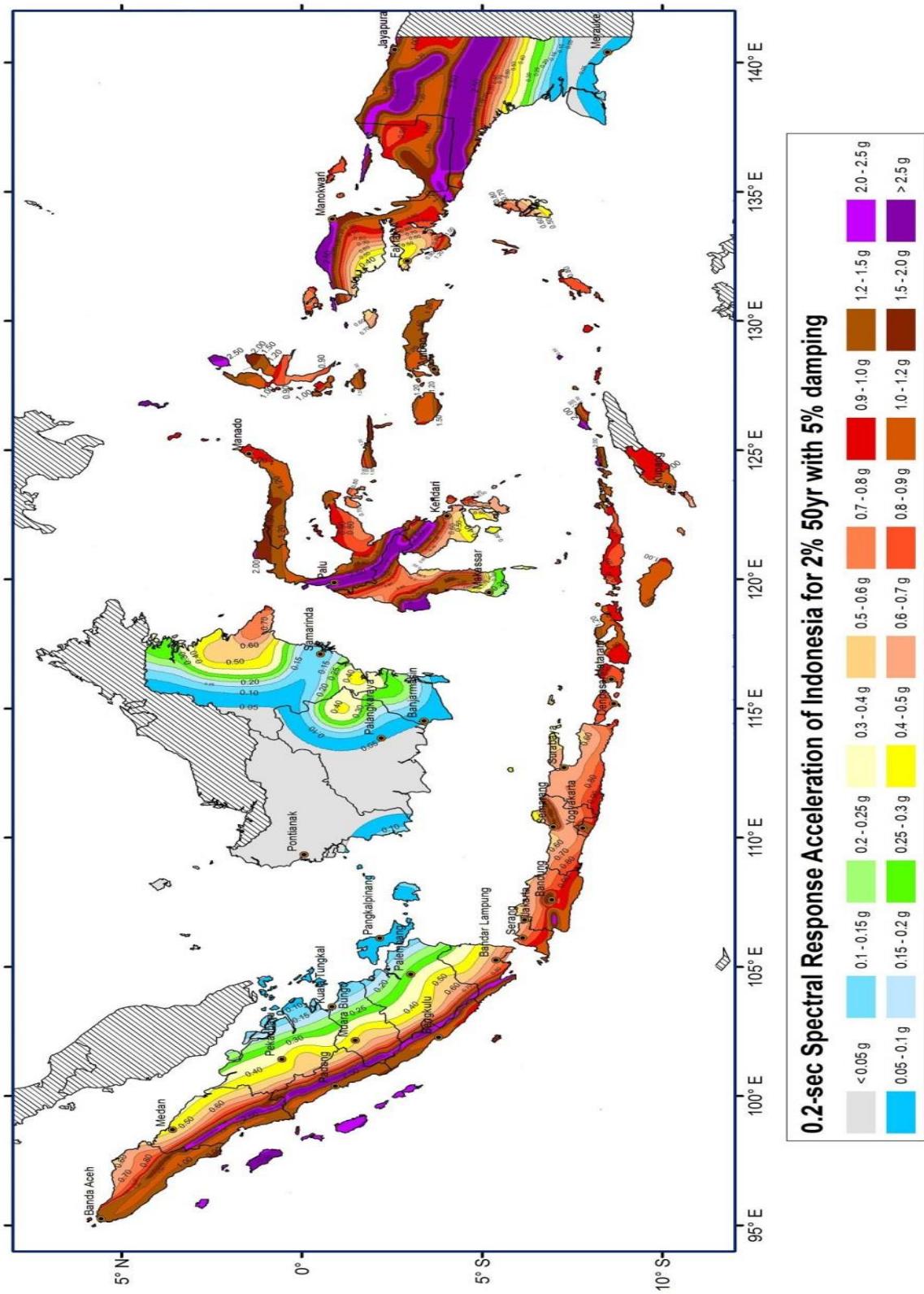
$$V \geq 0,8 V_1$$

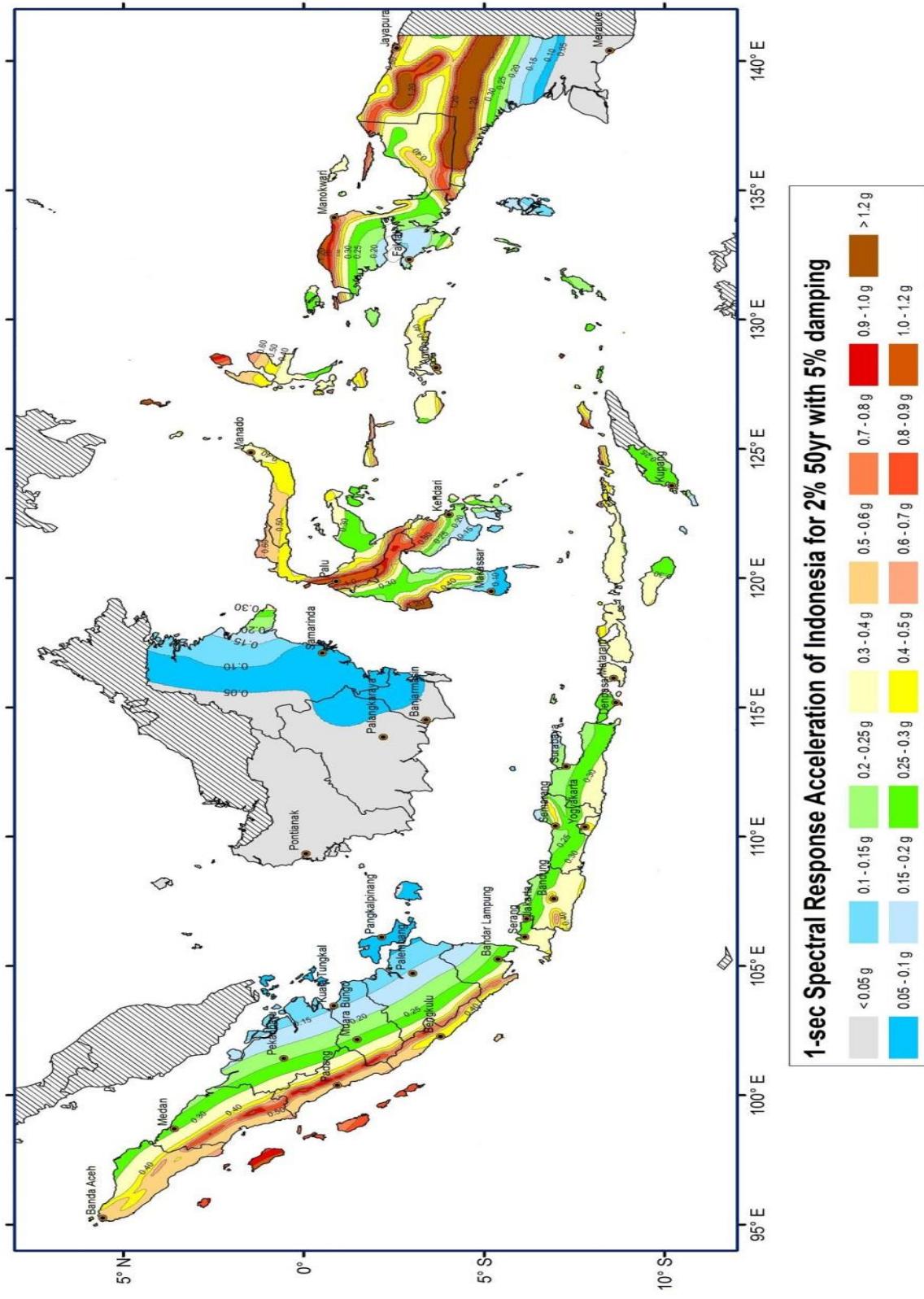
di mana V_1 adalah gaya geser dasar nominal sebagai respons ragam yang pertama terhadap pengaruh Gempa Rencana menurut SNI 03-1726-2012 pada persamaan berikut :

$$V_1 = \frac{C_1 I}{R} W_t$$

dengan C_1 adalah nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana menurut Gambar 2.6 untuk waktu getar alami pertama T_1 , I adalah Faktor Keutamaan menurut Tabel 1 dan R adalah faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung yang bersangkutan, sedangkan W_t adalah berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.







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 ditentukan menggunakan rumus berikut

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

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

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 = Koefisien situs berdasarkan parameter percepatan spectral

desain pada periode pendek. (Tabel 2.1)

F_v = Koefisien situs berdasarkan parameter percepatan spectral

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

CATATAN:

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

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

Sumber : Pasal 6.2 SNI 1726 – 2012

Tabel 2.1 Koefisien situs Fa berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

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

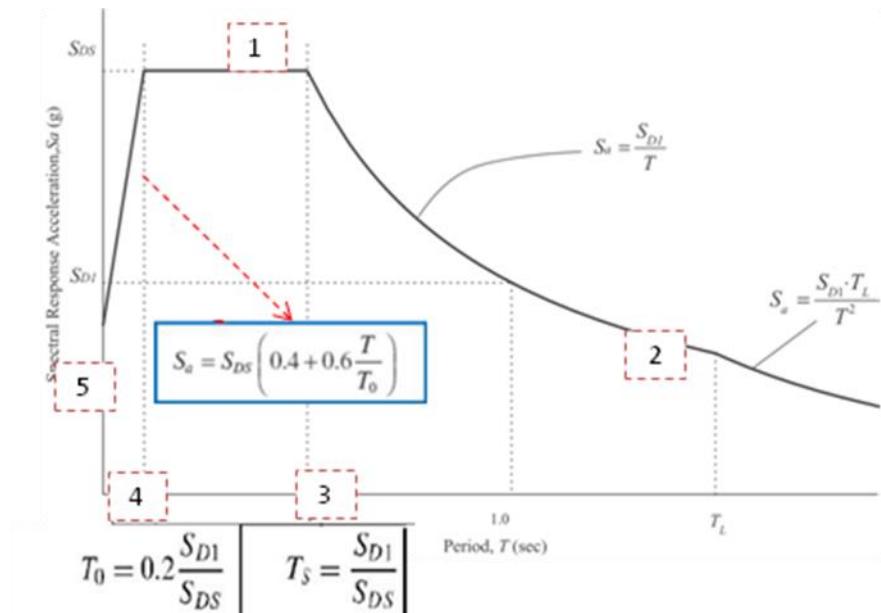
CATATAN :

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

Sumber : Pasal 6.2 SNI 1726 – 2012

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

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



Gambar 2.3 Respon spektrum desain

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

$$V = C_s W$$

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

Batasan Perhitungan Cs

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

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

Nilai Cs yang dipakai ialah nilai yang paling kecil

Dimana : V = Geser dasar seismik

C_s = Koefisien respon seismik

R = Koefisien modifikasi respons (*Tabel 2.3*)

I_e = Faktor keutamaan gempa (*Tabel 2.3*)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, $\frac{g}{0}$	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 ^k	12 ^k	12 ^k
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI

10.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
11.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
12.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	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
14.Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15.Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16.Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17.Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18.Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI
19.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	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

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo	
Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi	III
Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	

Sumber : Pasal 4.1.2 SNI 1726 -2012

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

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

Sumber : Pasal 4.1.2 SNI 1726 :2012

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

$$F_x = C_{vx} V$$

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

Dimana :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

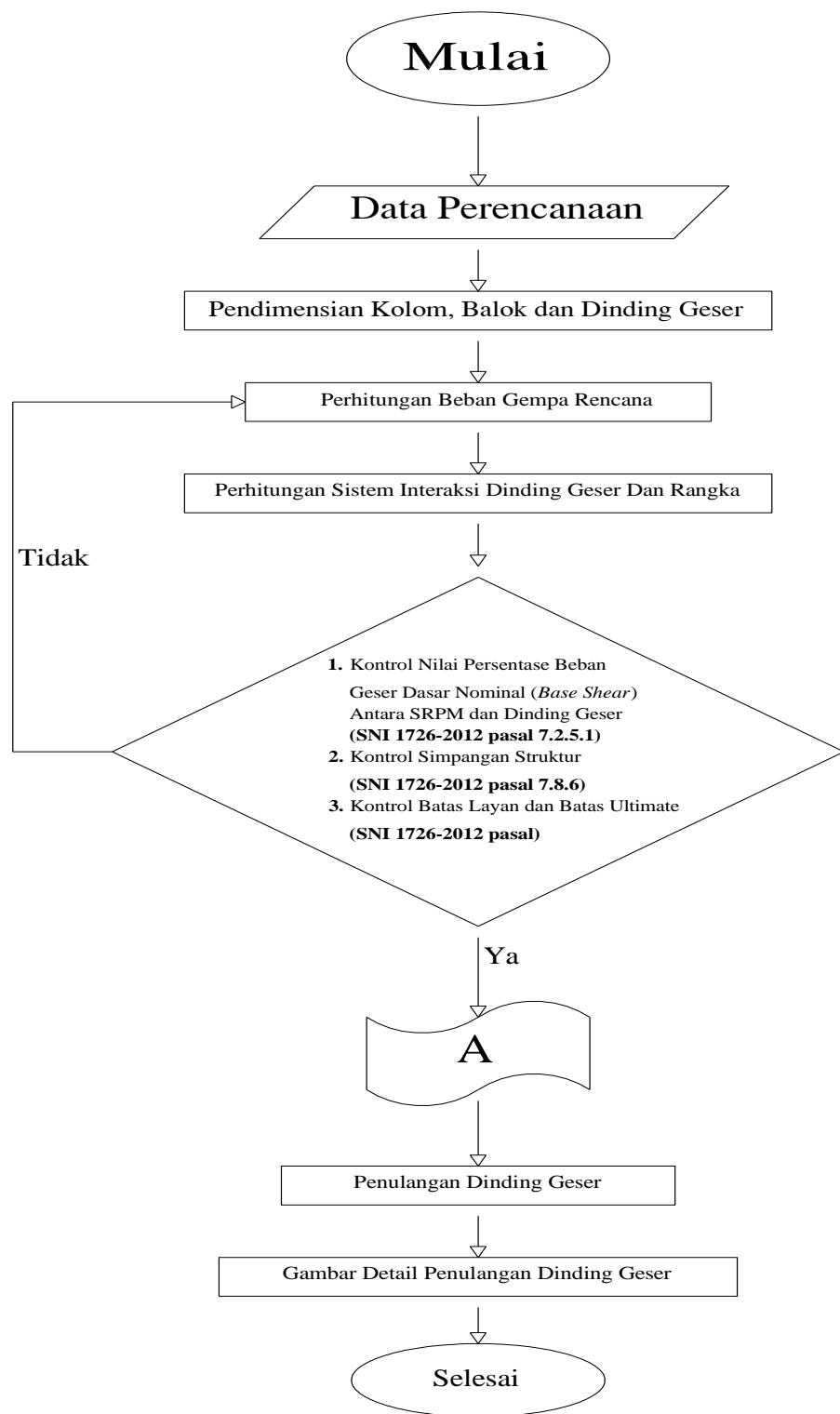
V = gaya lateral desain total (kN)

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.

3.2 Diagram Alir



BAB III

DATA PERENCANAAN

3.1. Data - data Perencanaan

3.1.1. Data Teknis Bangunan

- Nama Gedung = Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer
 - Lokasi Gedung = Universitas Brawijaya Malang
 - Tinggi Gedung = Jl. Semarang No. 5 Malang
 - Tinggi Gedung = 12 Lantai + Atap
 - Bahan Konstruksi = Beton
 - Jenis Struktur = Shear Wall
 - Tebal Plat atap = 10.00 cm
 - Tebal Plat Lantai = 12.00 cm
 - Tinggi Bangunan = 66 m

3.1.2. Mutu Bahan Yang Digunakan

- Baja ulir = 390.00 Mpa
 - Baja Polos = 240 Mpa
 - Kuat tekan beton (f_c) = 30 Mpa
 - Koefisien Reduksi Beban Hidup = 0.3

3.2. Perencanaan Dimensi Balok, Kolom, Plat dan Dinding Geser

3.2.1 Dimensi Balok

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.5.1.3 bahwa lebar balok (b) tidak boleh kurang dari 250 mm dan perbandingan lebar (b) terhadap tinggi (h) tidak boleh kurang dari 0,3.

$$h = \frac{1}{10.000} \text{ s/d } \frac{1}{15.000} \times L$$
$$b = \frac{1}{2} \text{ s/d } \frac{2}{3} \times L$$

Maka untuk bentang 7.20 m adalah

$$h = \frac{1}{10.000} \times L$$
$$= \frac{1}{10.000} \times 720.000$$
$$= 72 \text{ cm}$$
$$b = \frac{1}{15.000} \times L$$
$$= \frac{1}{15.000} \times 720.000$$
$$= 48 \text{ cm}$$

Maka h yang di pakai adalah = 75.000 cm atau h yg kita rencanakan 75 cm

$$b = \frac{1}{2.000} \times 75.000$$
$$= 37.500$$
$$b = \frac{2}{3.000} \times 75.000$$
$$= 50.000$$

Maka b yang di pakai adalah = 35.000 cm

Untuk menunjang nilai estetika dari gedung ini maka, untuk semua bentang balok induk direncanakan menggunakan ukuran 35/75.

$$h = \frac{1}{12.000} \text{ s/d} \quad \frac{1}{15.000} \times L$$

$$b = \frac{1}{2} \text{ s/d} \quad \frac{2}{3} \times L$$

Maka untuk bentang 7.20 m adalah

$$h = \frac{1}{12.000} \times L$$

$$= \frac{1}{12.000} \times 720.000$$

$$= \mathbf{60} \text{ cm}$$

$$h = \frac{1}{15.000} \times L$$

$$= \frac{1}{15.000} \times 720.000$$

$$= \mathbf{48} \text{ cm}$$

Maka h yang di pakai adalah = 50.000 cm

$$b = \frac{1}{2.000} \times 50.000$$

$$= 25.000$$

$$b = \frac{2}{3.000} \times 50.000$$

$$= \mathbf{33.333}$$

Maka b yang di pakai adalah = 25.000 cm, Untuk menunjang nilai estetika dari gedung ini maka, untuk semua bentang balok anak direncanakan menggunakan 25/50.

- Untuk balok Lift dipakai balok berukuran **25/30**
- Untuk balok tangga dipakai balok berukuran **25/30**

Dari perhitungan di atas, didapatkan dimensi balok induk, balok anak, balok Lift dan balok tangga yang digunakan pada struktur sebagai berikut:

- A) B1= 35/75 balok induk**
- B) B2 = 25/50 balok anak**
- C) B3 = 25/30 balok tangga**
- D) B4 = 25/30 balok separator lift**

3.2.2 Dimensi Kolom

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.6.1.1 dan 26.6.1.2 bahwa ukuran penampang terkecil tidak boleh kurang dari 300 mm dan perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurusnya tidak boleh kurang dari 0,4.

- Dipakai kolom berukuran = $100 / 100$
 $= 100 / 100 = 1 > 0,4 \quad \text{OK}$
- Dipakai kolom berukuran = $80 / 80$
 $= 80 / 80 = 1 > 0,4 \quad \text{OK}$
- Dipakai kolom berukuran = $40 / 40$
 $= 30 / 30 = 1 > 0,4 \quad \text{OK}$

3.2.3 Dimensi Plat

- Bentang Terpanjang (Ly) = 7.200 m
- Bentang Terpendek (Lx) = 7.200 m
- Syarat :

Jika $\beta \geq 2$ Maka Menggunakan Plat 2 Arah

- Kontrol Nilai α_m
Momen Inersia Balok pada arah y:
Diketahui :

- Tinggi Balok = 75.00 cm
- Lebar Balok = 35.00 cm

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 35.00 \times \frac{75.00}{3} \\ &= 1230468.75 \text{ Cm}^4 \end{aligned}$$

Momen Inersia Balok pada arah x:

Diketahui :

- Tinggi Balok = 75.00 cm
- Lebar Balok = 35.00 cm

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 35.00 \times 75.00^3 \\ &= \mathbf{1230468.75 \text{ Cm}^4} \end{aligned}$$

Direncanakan h Plat = 12.00 cm

Momen Inersia Plat pada arah y :

Diketahui :

- Tinggi Plat = 12.00 cm
- Panjang Plat = 720.00 cm

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 720.00 \times 12.00^3 \\ &= \mathbf{103680.00 \text{ Cm}^4} \end{aligned}$$

Momen Inersia Plat pada arah x:

Diketahui :

- Tinggi Plat = 12.00 cm
- Panjang Plat = 720.00 cm

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 720.00 \times 12.00^3 \\ &= \mathbf{103680.00 \text{ Cm}^4} \end{aligned}$$

Direncanakan modulus elastisitas balok (Ecb) dan

Modulus elastisitas plat (Ecp)

sebesar :

$$\begin{aligned} E &= 4700.00 \times \sqrt{f_c} \\ &= 4700.00 \times \sqrt{35.00} \\ &= \mathbf{27805.57 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

Untuk Besar α pada balok bentang $y = 7.20$ m adalah Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \\ &= \frac{27805.57 \times 1230468.75}{27805.57 \times 103680.00} \\ &= \mathbf{11.8679}\end{aligned}$$

Untuk Besar α pada balok bentang $x = 7.20$ m adalah Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \\ &= \frac{27805.57 \times 1230468.75}{27805.57 \times 103680.00} \\ &= \mathbf{11.8679}\end{aligned}$$

Maka Besarnya α_m adalah ;

$$\begin{aligned}\alpha_m &= \frac{(2 \times \alpha_1) + (2 \times \alpha_2)}{4} \\ &= \frac{2 \times 11.8679 + 2 \times 11.8679}{4} \\ &= \mathbf{11.8679}\end{aligned}$$

Jadi Nilai $\alpha_m = 10,000$ Karena > 2 maka ketebalan Plat minimum tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln x (0.8 + f_y / 1500)}{(36 + (9 \times \beta)}) \text{ dan tebal plat tidak boleh kurang dari } 9 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}L_n &= L_{Plat} - (2 \times 0.5 \times h_{Balok}) \\ &= 720.000 - 2 \times 0.50 \times 75.00 \\ &= \mathbf{645.00 \text{ cm}}\end{aligned}$$

Untuk ketebalan Plat Minimum (Min) yaitu :

$$\begin{aligned}h &= \frac{\ln (0.8 + f_y / 1500)}{36 + (9 \times \beta)} \\ &= \frac{645.00 \times 0.80 + \frac{390.00}{1500.00}}{36.00 + 9.00 \times 2.00} \\ &= \mathbf{12.6611 \text{ cm}}\end{aligned}$$

Kontrol Tebal Plat :

$$\begin{array}{lcl} h_{\text{Min}} & < & h_{\text{Rencana}} \\ 12.6611 \text{ cm} & < & 12.0000 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{OK} \end{array}$$

Untuk Ketebalan Plat Maksimum (bMax) yaitu :

$$h = \frac{\ln x [0,8+fy/1500]}{36}$$

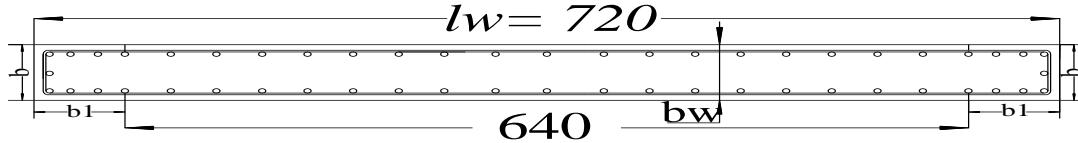
$$h = \frac{645 x [0,8+390/1500]}{36}$$

$$= 18.9917 \text{ cm}$$

Kontrol Tebal Plat :

$$\begin{array}{lcl} h_{\text{Max}} > h_{\text{Rencana}} \\ 18.9917 \text{ cm} > 12.0000 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{OK} \end{array}$$

3.2.4 Dimensi Dinding Geser



Gambar 3.1. Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser

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

- lW = 720 cm
- bw = lW /25

$$= \frac{720}{25}$$

$$= 28,8 \dots \dots \dots \text{Di pakai bw } 40 \text{ cm}$$

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 :

$$\begin{aligned}
 h_1 &= 5.5 \text{ m} \\
 bw &\geq \frac{1}{16} \times h_1 \\
 &\geq \frac{1}{16} \times 550 \\
 &= \geq 34 \dots \dots \dots \text{di pakai bw } 40 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Maka untuk tebal dinding geser (bw) dipakai 40 cm

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

Diambil type dinding geser dengan l_w terpanjang

$bw = 40 \text{ cm}$

$h_1 = 5.5 \text{ cm}$

$l_w = 720 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 L_{WMaks} &< 1,6 \times h \\
 &< 1.60 \times 550 \\
 &< 880.00 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$l_w = 720 \text{ cm} < 880 \dots \dots \text{OK}$$

Perhitungan nilai b dan b1

$$b \geq bw$$

$$bw = 40 \text{ cm}$$

$$b \geq bc$$

$$\begin{aligned}
 bc &= 0,0171 \cdot l_w \sqrt{\mu \varphi} \\
 &= 0,0171 \times 720 \times \sqrt{5}
 \end{aligned}$$

$$= 27.53046894$$

$$b = \geq \frac{h_1}{16}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{h_1}{16} &= \frac{550}{16} \\
 &= 34.375 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$bw \geq \frac{h_1}{16} \geq bc$$

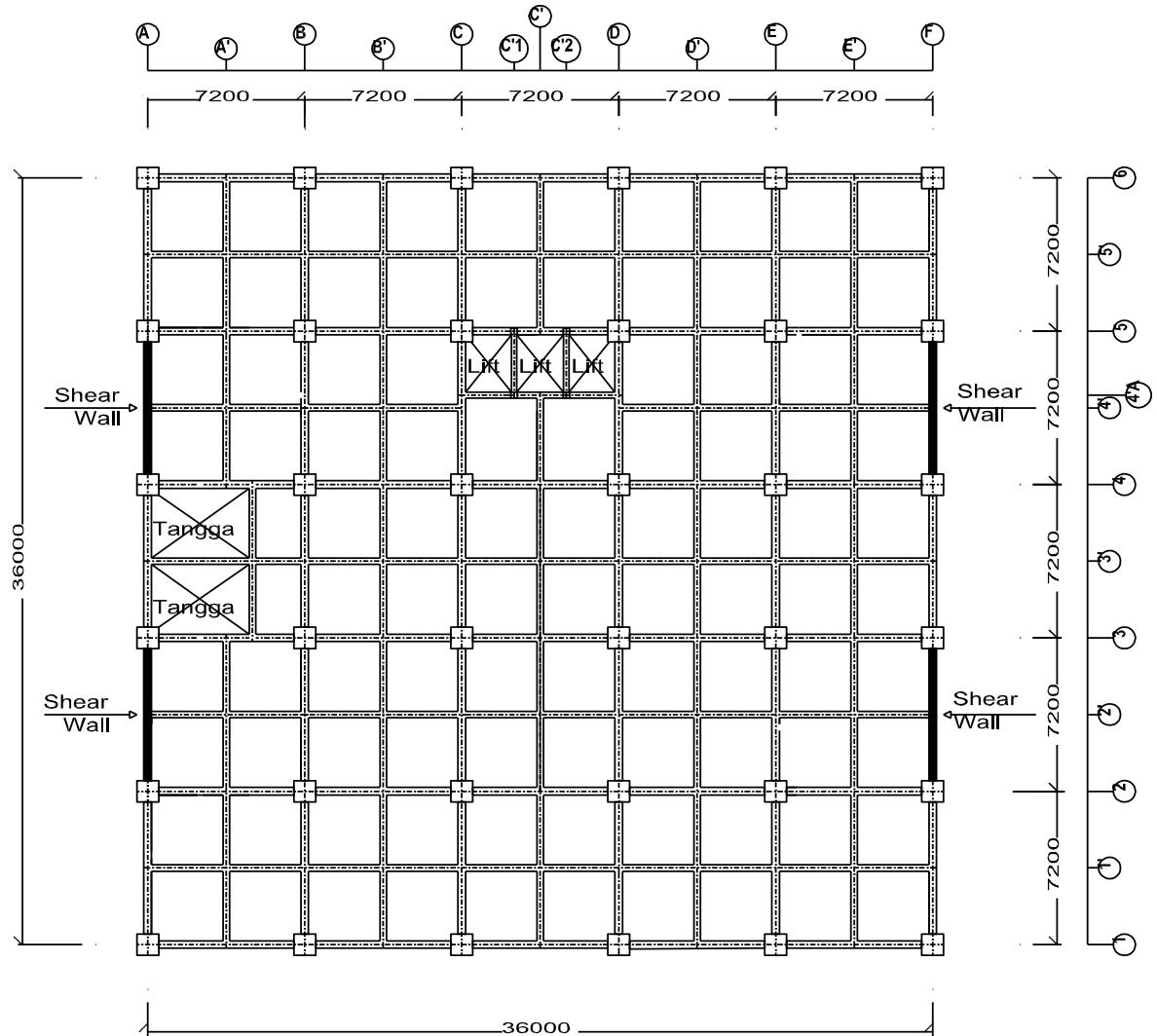
$$40 \geq 34.375 \geq 27.53047$$

maka nilai b yang dipakai adalah : 40

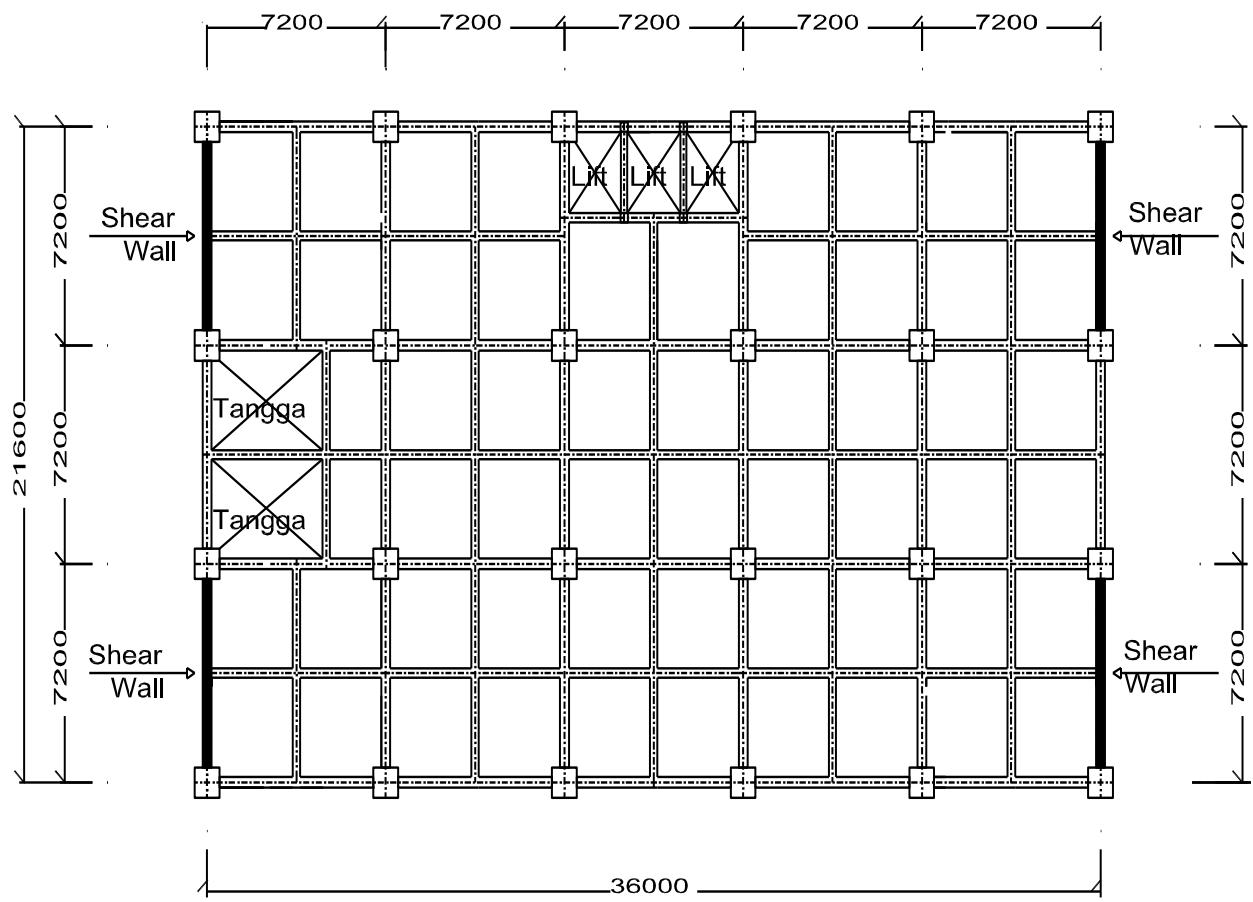
$$\begin{aligned} b_1 &= \geq \frac{bc.lw}{10.b} \\ \frac{bc.lw}{10.b} &= \frac{28 \times 720}{10 \times 40} \\ &= \mathbf{79287.75 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= \geq \frac{bc.2}{10.b} \\ \frac{bc.2}{b} &= \frac{28^2}{10 \times 40} \\ &= \frac{784}{400} \\ &= 2 \text{ cm} \\ b_1 &= \geq \frac{h_1}{16} \\ &= \geq \frac{550}{16} \\ &= \geq 34 \end{aligned}$$

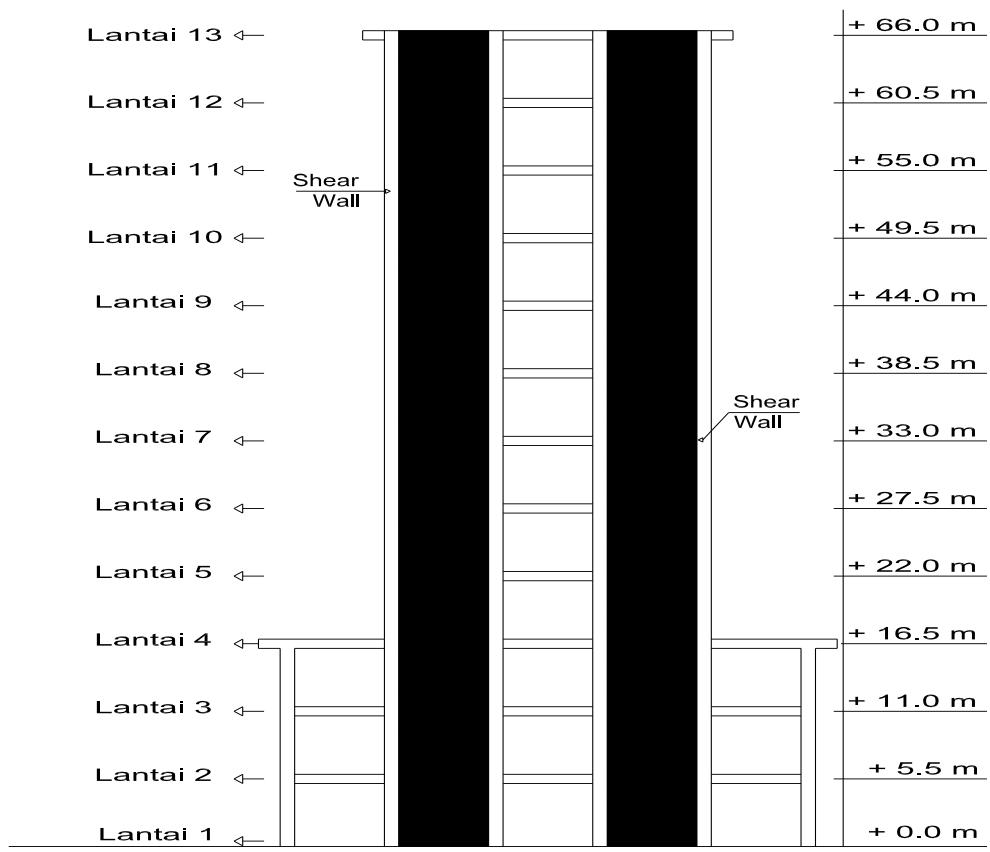
Maka nilai b_1 dipakai ialah 40 cm



Gambar 3.2 Rencana perletakan Shear Wall Lantai 2 - 4



Gambar 3.3 Rencana perletakan Shear Wall Lantai 5 - 13



Gambar 3.4 Rencana perletakan Shear Wall Tampak Samping

3.3. Input Dimensi Penampang Balok

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

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

$$bf \leq bw + 8 \cdot t_{Kiri} + \dots t_{Kanan}$$

$$bf \leq bw + \frac{1}{2} L_{Kiri} + \frac{1}{2} L_{Kanan}$$

dimana :

bf = Lebar efektif balok (mm)

ℓ = bentang balok (mm)

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

t_{Kanan} = tebal plat sisikanan (mm)

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

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

- Balok Induk T bentang Melintang 0.35 / 0.75 Line A - F

di ketahui

$$bw = 350 \text{ mm} \quad \ell = 7200 \text{ mm}$$

$$hw = 750 \text{ mm} \quad L_{Kiri} = 7200 - 350 = 6850 \text{ mm}$$

$$t = 120 \text{ mm} \quad L_{Kanan} = 7200 - 350 = 6850 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + 8 \cdot t_{Kiri} + 8 \cdot t_{Kanan}$$

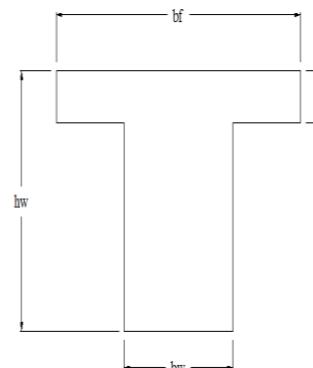
$$\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120$$

$$\leq 2270 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + \frac{1}{2} L_{Kiri} + \frac{1}{2} L_{Kanan}$$

$$\leq 350 + 0.5 \times 6850 + 0.5 \times 685$$

$$\leq 7200 \text{ mm}$$



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

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{4} 7200 = 1800 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 1800 mm

- **Balok Anak T bentang Melintang 0.25 / 0.50 Line A' – E'**

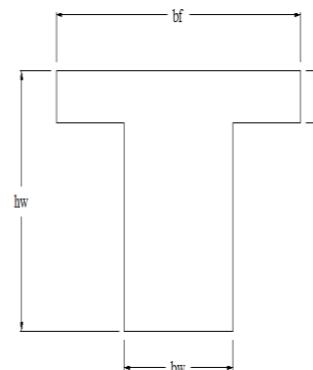
di ketahui

$$\begin{aligned} \text{bw} &= 250 \text{ mm} & \ell &= 3600 \text{ mm} \\ \text{hw} &= 500 \text{ mm} & \text{L Kiri} &= 3600 - 250 = 3350 \text{ mm} \\ \text{t} &= 120 \text{ mm} & \text{L Kanan} &= 3600 - 250 = 3350 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{bf} &\leq \text{bw} + 8 \cdot \text{t Kiri} + 8 \cdot \text{t Kanan} \\ &\leq 250 + 8 \times 120 + 8 \times 120 \\ &\leq 2170 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$- \text{bf} \leq \text{bw} + \frac{1}{2} \text{L Kiri} + \frac{1}{2} \text{L Kanan}$$

$$\leq 250 + 0.5 \times 3350 + 0.5 \times 3350$$



$$\leq 3600 \text{ mm}$$

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

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{4} 3600 = 900 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 900 mm

- **Balok Anak T bentang Memanjang 0.30/0.50 Line C'1 dan C'2**

di ketahui

$$bw = 300 \text{ mm} \quad \ell = 7200 \text{ mm}$$

$$hw = 500 \text{ mm} \quad L_{\text{Kiri}} = 7200 - 300 = 6900 \text{ mm}$$

$$t = 120 \text{ mm} \quad L_{\text{Kanan}} = 7200 - 300 = 6900 \text{ mm}$$

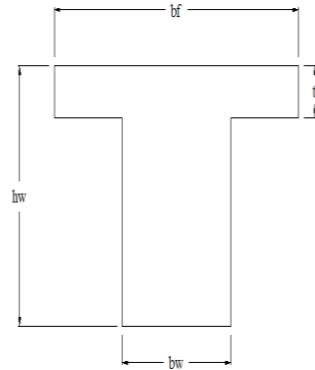
$$- bf \leq bw + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}}$$

$$\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120$$

$$\leq 2220 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}}$$

$$\leq 300 + 0.5 \times 6900 + 0.5 \times 6900$$



$$\leq 4140 \text{ mm}$$

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

$$- bf \leq \frac{1}{4} 7200 = 1800 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 1800 mm

- **Balok Induk T bentang Memanjang 0.35 / 0.75 Line 1 - 6**

di ketahui

$$bw = 350 \text{ mm} \quad \ell = 7200 \text{ mm}$$

$$hw = 750 \text{ mm} \quad L_{\text{Kiri}} = 7200 - 350 = 6850 \text{ mm}$$

$$t = 120 \text{ mm} \quad L_{\text{Kanan}} = 7200 - 350 = 6850 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}}$$

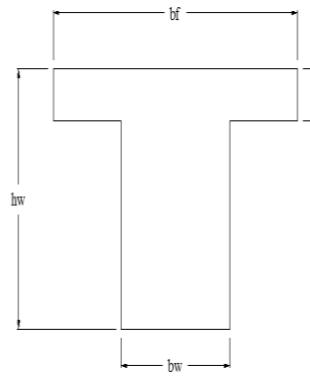
$$\leq 350 + 8 \times 120 + 8 \times 120$$

$$\leq 2270 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}}$$

$$\leq 350 + 0.5 \times 6850 + 0.5 \times 6850$$

$$\leq 7200 \text{ mm}$$



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

$$- bf \leq \frac{1}{4} 7200 = 1800 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang dipakai ialah 1800 mm

- Balok Anak T bentang Memanjang 0.30 / 0.50 Line 4'

di ketahui

$$bw = 300 \text{ mm} \quad \ell = 1080 \text{ mm}$$

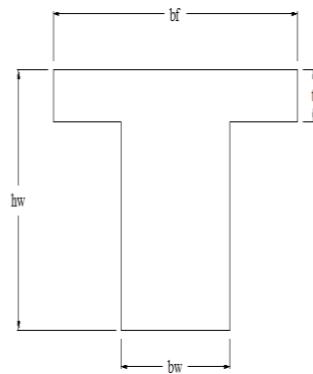
$$hw = 500 \text{ mm} \quad L_{\text{Kiri}} = 1080 - 300 = 780 \text{ mm}$$

$$t = 120 \text{ mm} \quad L_{\text{Kanan}} = 7200 - 300 = 6900 \text{ mm}$$

$$- bf \leq bw + 8 \cdot t_{\text{Kiri}} + 8 \cdot t_{\text{Kanan}}$$

$$\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120$$

$$\leq 2220 \text{ mm}$$



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

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{4} 1080 = 1800 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 270 mm

- **Balok Induk L bentang Melintang 0.35 / 0.75 Line A - F**

di ketahui

$$\text{bw} = 350 \text{ mm} \quad \ell = 7200 \text{ mm}$$

$$\text{hw} = 750 \text{ mm} \quad \text{L} = 7200 - 350 = 6850 \text{ mm}$$

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

$$- \text{bf} \leq \frac{1}{2} \ell$$

$$\leq \frac{1}{2} 7200$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

$$- \text{bf} \leq \text{bw} + \frac{1}{2} \text{L}_\text{Kiri} + \frac{1}{2} \text{L}_\text{Kanan}$$

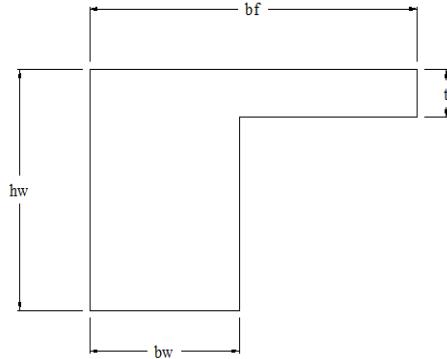
$$\leq 350 + 6 \times 120$$

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

$$- \text{bf} \leq \text{bw} + \frac{1}{2} \text{L}$$

$$- \text{bf} \leq 350 + \frac{1}{2} 6850 = 3775 \text{ mm}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 600 mm



- **Balok Induk L bentang Memanjang 0.35 / 0.75 Line 1 - 6**

di ketahui

$$\begin{array}{lll} bw & = & 350 \text{ mm} \\ hw & = & 750 \text{ mm} \end{array} \quad \begin{array}{lll} \ell & = & 3600 \text{ mm} \\ L & = & 3600 - 350 = 3250 \text{ mm} \end{array}$$

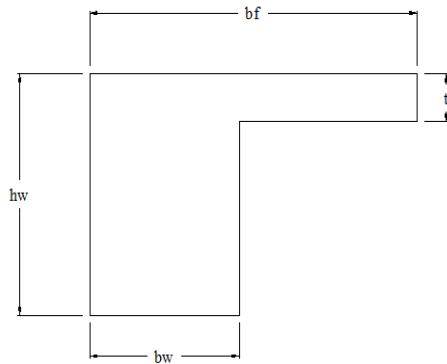
$$t = 120 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} - bf &\leq \frac{1}{2} \ell \\ &\leq \frac{1}{2} 3600 \\ &\leq 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - bf &\leq bw + \frac{1}{2} L_{\text{Kiri}} + \frac{1}{2} L_{\text{Kanan}} \\ &\leq 350 + 6 \times 120 \\ &\leq 1070 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - bf &\leq bw + \frac{1}{2} L \\ - bf &\leq 350 + \frac{1}{2} 3250 = 1975 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka, nilai b efektif yang di pakai ialah 300 mm



3.3 Perhitungan Pembebanan

- Tebal Plat Lantai Atap = 10 cm
- Tebal Plat Lantai = 12 cm
- Beban Hidup Atap = 96 kg/m²
- Beban Hidup Lantai = 196 kg/m²
- Berat Jenis Beton = 2400 kg/m³
- Berat Jenis Dinding ½ Bata = 1700 kg/m³
- Berat Plafond = 11 kg/m²
- Berat Spesi (5 cm) = 21 kg/m²
- Berat Tegel (1 cm) = 22 kg/m²
- Berat Penggantung = 7 kg/m²
- Berat Equipment = 50 kg/m²
- Berat Jenis Air = 1000 kg/m³
- Tinggi Genangan Air = 0.05 m
- Koefisien Reduksi = 0.30

Berat Sendiri : untuk berat sendiri balok, kolom dan plat struktur sudah dihitung menggunakan perintah Selfweight pada program bantu STAAD Pro.

Tabel 3.1 Beban Mati Pada Lantai Atap

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Beban Mati
Berat Spesi (5cm)	5.00			21	= 105.00 Kg/m ²
Berat Equipment		1.00	1.00	50	= 50.00 Kg/m ²
Berat Plafond		1.00	1.00	11	= 11.00 Kg/m ²
Berat Penggantung		1.00	1.00	7	= 7.00 Kg/m ²
Berat Sendiri Plat Lantai Atap	0.10	1.00	1.00	2400	= 240.00 Kg/m ²
Jumlah Total Beban Mati (qd)					= 413.00 Kg/m²

Tabel 3.2 Beban Mati Pada Lantai 2-12

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Beban Mati
Berat Plafond (Eternit)	=		1.00	1.00	11 11.00 Kg/m ²
Berat Penggantung	=		1.00	1.00	7 7.00 Kg/m ²
Berat Tegel	=	1.00	1.00	1.00	22 22.00 Kg/m ²
Berat Spesi (5cm)	=	5.00	1.00	1.00	21 105.00 Kg/m ²
Berat Pasir Urug	=	0.05	1.00	1.00	1600 80.00 Kg/m ²
Berat Keramik per cm	=	1.00	1.00	1.00	25 25.00 Kg/m ²
Berat Equipment	=		1.00	1.00	50 50.00 Kg/m ²
Berat Sendiri Plat Lantai	=	0.12	1.00	1.00	2400 288.00 Kg/m ²
Jumlah Total Beban Mati (qd)					588.00 Kg/m²

Tabel 3.3 Beban Hidup Pada Lift

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Beban Hidup
Beban Lift (Yundai)	=				= 1000.00 Kg
Jumlah Total Beban Hidup					= 1000.00 Kg

3.4 Perhitungan Berat Sendiri Bangunan

3.4.1. Beban Lantai 13 / Atap

Diketahui :

Diketahui :

- Tebal Plat Lantai = 0.10 m
- Luas Bangunan = 777.60 m²
- Panjang (x) = 36.00 m
- Lebar (y) = 21.60 m
- Dimensi Balok Arah x1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah y1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah x2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Balok Arah y2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Kolom k2 = Lebar = 0.80 m Tinggi = 0.80 m
- Tinggi Lantai = 5.50 m
- Tinggi Kolom = 5.50 m
- Dinding Arah x = Lebar = 0.15 m Tinggi = 2.38 m
- Dinding Arah y = Lebar = 0.15 m Tinggi = 2.38 m
- Shear Wall = Lebar = 0.40 m Tinggi = 5.50 m
- Berat Jenis Beton = 2400.00 Kg/m³
- Berat Eternit = 11.00 Kg/m²
- Berat Penggantung = 7.00 Kg/m²
- Beban Hidup Atap = 96.00 Kg/m²
- Berat Jenis Air = 1000.00 Kg/m³
- Tinggi genangan Air = 0.05 m
- Koefisien Reduksi = 0.30

Beban Mati

Tabel. 3.4 Beban Mati Pada Lantai Atap

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Jmlh	Beban Mati
Berat Plat Atap	=	21.60	36	413	1	= 321148.8 Kg
Berat Balok Arah x1	=	0.35	0.65	7.2	2400	= 78624.0 Kg
Berat Balok Arah y1	=	0.35	0.65	7.2	2400	= 58968.0 Kg
Berat Balok Arah x2	=	0.25	0.40	7.2	2400	= 25920.0 Kg
Berat Balok Arah y2	=	0.25	0.40	7.2	2400	= 43200.0 Kg
Berat Dinding arah X	=	0.15	2.38	7.2	1700	= 52326.0 Kg
Berat Dinding Arah Y	=	0.15	2.38	7.2	1700	= 17442.0 Kg
Berat Kolom k2	=	0.80	0.80	2.75	2400	= 101376.0 Kg
Berat Shear Wall (Y)	=	0.4	7.2	2.75	2400	= 76032.0 Kg
Berat Jenis Air Hujan	=	0.05	21.6	36.00	1000	= 38880.0 Kg
Jumlah Total Beban Mati Atap						= 813916.8 Kg

Beban Hidup

Tabel. 3.5 Beban Hidup Pada Lantai Atap

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Koef.	Beban Mati
Beban Hidup Atap		21.60	36.00	96.00	0.30	= 22394.9 Kg
Jumlah Total Beban Hidup Atap						= 22394.9 Kg

$$\begin{aligned} \text{Total Beban } \sum W &= \text{Beban Mati} + \text{Beban Hidup} \\ &= 813916.8 + 22394.88 \\ &= \mathbf{836311.7 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

3.4.2. Beban Lantai 5-12

Diketahui :

- Tebal Plat Lantai = 0.12 m
- Luas Bangunan = 777.60 m²
- Panjang (x) = 36.00 m
- Lebar (y) = 21.60 m
- Dimensi Balok Arah x1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah y1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah x2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Balok Arah y2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Kolom k2 = Lebar = 0.80 m Tinggi = 0.80 m
- Tinggi Lantai = 5.50 m
- Tinggi Kolom = 5.50 m
- Dinding Arah x = Lebar = 0.15 m Tinggi = 4.75 m
- Dinding Arah y = Lebar = 0.15 m Tinggi = 4.75 m
- Shear Wall = Lebar = 0.40 m Tinggi = 5.50 m
- Berat Jenis Beton = 2400.00 Kg/m³
- Berat Eternit = 11.00 Kg/m²
- Berat Penggantung = 7.00 Kg/m²
- Beban Hidup Lantai = 192.00 Kg/m²
- Koefisien Reduksi = 0.30

Beban Mati

Tabel 3.4 Beban Mati Pada Lantai 5-12

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Jmlh	Beban Mati
Berat Plat	=	21.60	36	588	1	= 457228.8 Kg
Berat Balok Arah x1	=	0.35	0.63	7.2	2400	= 110497.0 Kg
Berat Balok Arah y1	=	0.35	0.63	7.2	2400	= 68584.3 Kg
Berat Balok Arah x2	=	0.25	0.38	7.2	2400	= 26265.6 Kg
Berat Balok Arah y2	=	0.25	0.38	7.2	2400	= 36115.2 Kg
Berat Kolom k2	=	0.80	0.80	5.5	2400	= 202752.0 Kg
Berat Dinding arah X	=	0.15	4.75	7.2	1700	= 104652.0 Kg
Berat Dinding arah Y	=	0.15	4.75	7.2	1700	= 34884.0 Kg
Berat Shear Wall (Y)	=	0.4	5.5	7.2	2400	= 152064.0 Kg
Jumlah Total Beban Mati Lantai 5-12						= 1193042.9 Kg

Beban Hidup

Tabel 3.5 Beban Hidup Pada Lantai 5-12

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Koef.	Beban Mati
Beban Hidup Lantai	=	21.60	36.00	192.00	0.30	= 44789.8 Kg
Jumlah Total Beban Hidup Lantai 5-12						= 44789.8 Kg

$$\begin{aligned}
 \text{Total Beban } \sum W &= \text{Beban Mati} + \text{Beban Hidup} \\
 &= 1193042.9 + 44789.76 \\
 &= \mathbf{1237832.6 \text{ Kg}}
 \end{aligned}$$

3.4.3. Beban Lantai 2 - 4

Diketahui :

- Tebal Plat Lantai = 0.12 m
- Luas Bangunan = 777.60 m²
- Panjang (x) = 36.00 m
- Lebar (y) = 36.00 m
- Dimensi Balok Arah x1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah y1 = Lebar = 0.35 m Tinggi = 0.75 m
- Dimensi Balok Arah x2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Balok Arah y2 = Lebar = 0.25 m Tinggi = 0.50 m
- Dimensi Kolom k2 = Lebar = 0.80 m Tinggi = 0.80 m
- Tinggi Lantai = 5.50 m
- Tinggi Kolom = 5.50 m
- Dinding Arah x = Lebar = 0.15 m Tinggi = 4.75 m
- Dinding Arah y = Lebar = 0.15 m Tinggi = 4.75 m
- Shear Wall = Lebar = 0.40 m Tinggi = 5.50 m
- Berat Jenis Beton = 2400.00 Kg/m³
- Berat Eternit = 11.00 Kg/m²
- Berat Penggantung = 7.00 Kg/m²
- Beban Hidup Lantai = 192.00 Kg/m²
- Koefisien Reduksi = 0.30

Beban Mati

Tabel 3.6 Beban Mati Pada Lantai 2-4

Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Jmlh	Beban Mati
Berat Plat Lantai	=	36	36	588	1	= 762048.0 Kg
Berat Balok Arah x1	=	0.35	0.63	7.2	2400	= 114307.2 Kg
Berat Balok Arah y1	=	0.35	0.63	7.2	2400	= 114307.2 Kg
Berat Balok Arah x2	=	0.25	0.38	7.2	2400	= 41040.0 Kg
Berat Balok Arah y2	=	0.25	0.38	7.2	2400	= 41040.0 Kg
Berat Kolom k1	=	1.00	1.00	5.5	2400	= 475200.0 Kg
Berat Dinding arah X	=	0.15	4.75	7.2	1700	= 113373.0 Kg
Berat Dinding arah Y	=	0.15	4.75	7.2	1700	= 69768.0 Kg
Berat Shear Wall (Y)	=	0.4	5.5	7.2	2400	= 152064.0 Kg
Jumlah Total Beban Mati Atap Lantai 2-4						= 1883147.4 Kg

Beban Hidup

Tabel 3.7 Beban Hidup Pada Lantai 2-4

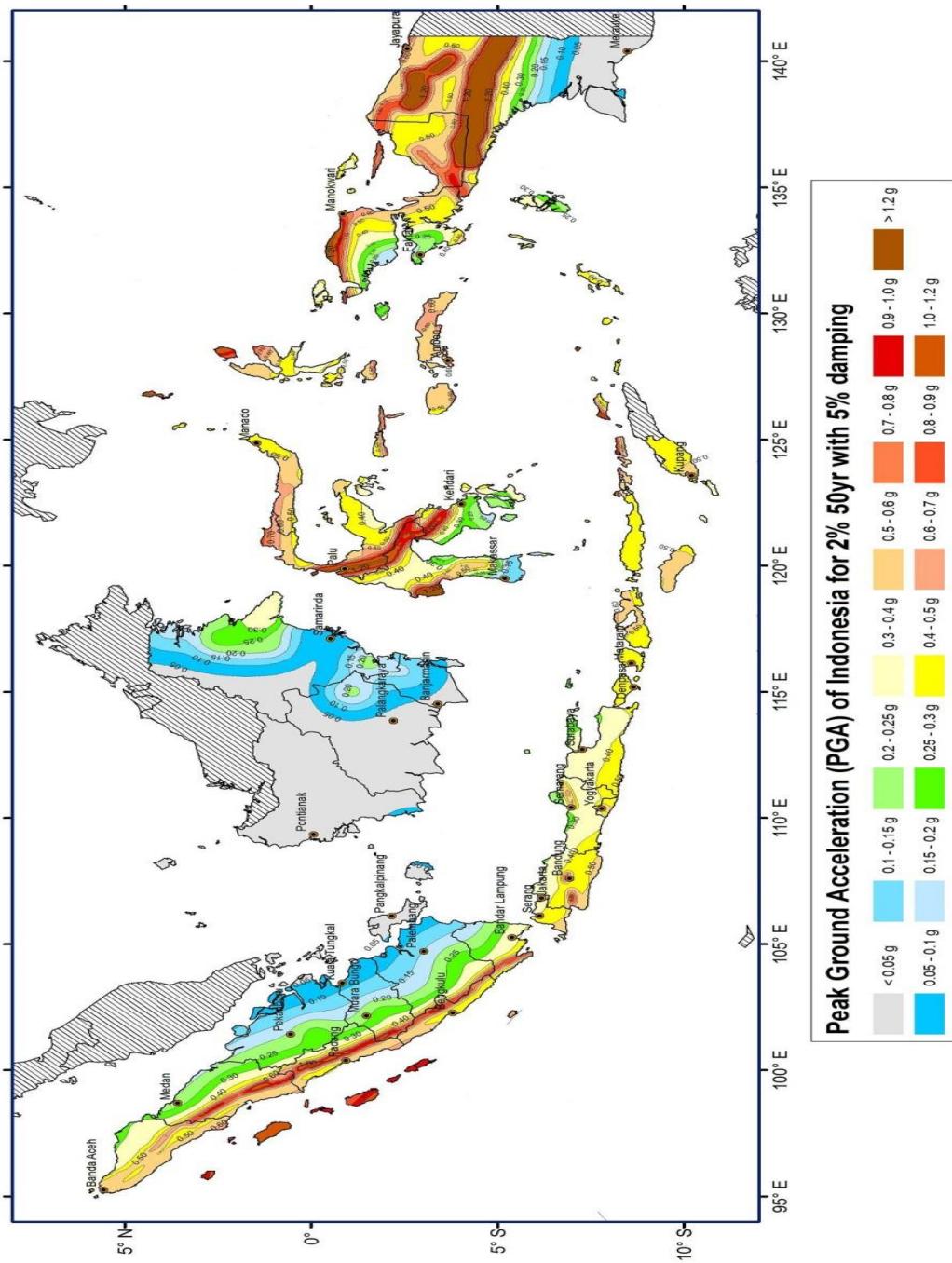
Keterangan	Tebal	Lebar	Panjang	Bj	Koef.	Beban Mati
Beban Hidup Lantai		36.00	36.00	192.00	0.30	= 74649.6 Kg
Jumlah Total Beban Hidup lantai 2-4						= 74649.6 Kg

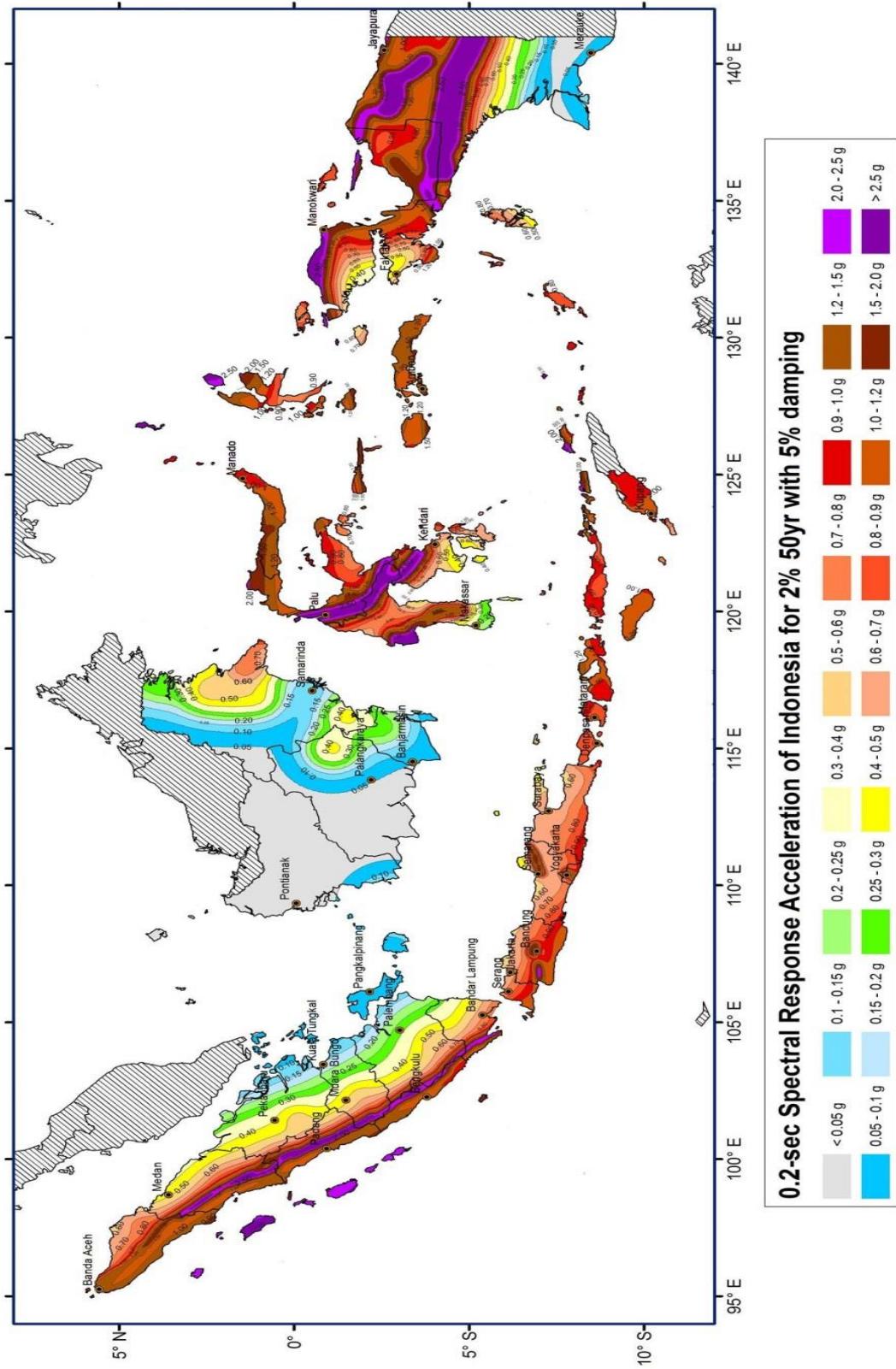
$$\begin{aligned}
 \text{Total Beban } \sum W &= \text{Beban Mati} + \text{Beban Hidup} \\
 &= 1883147.4 + 74649.60 \\
 &= \mathbf{1957797.0 \text{ Kg}}
 \end{aligned}$$

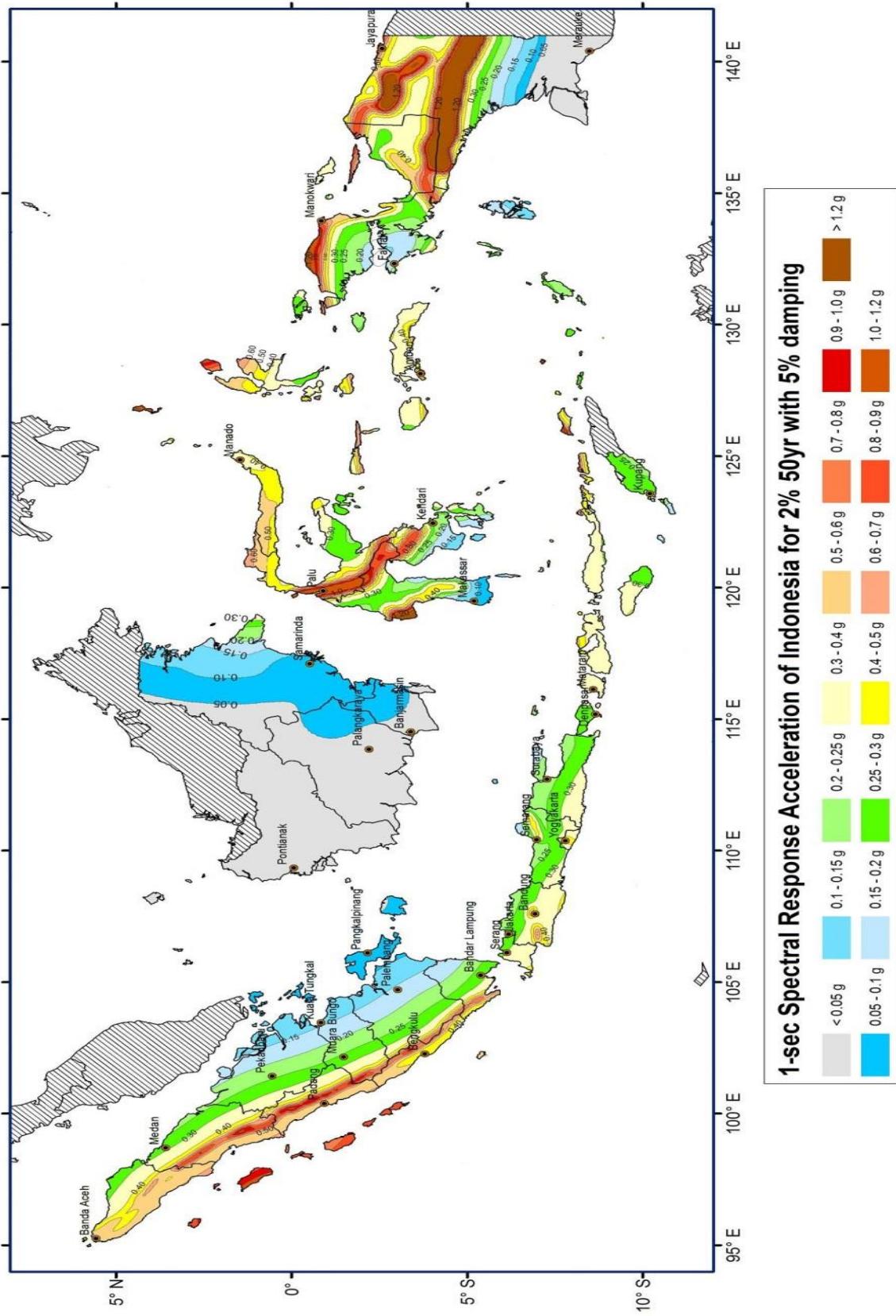
Lantai	Weight (Wi) Kg	Tinggi (hi) m
Lantai Atap	836311.680	66.000
Lantai 12	1237832.640	60.500
Lantai 11	1237832.640	55.000
Lantai 10	1237832.640	49.500
Lantai 9	1237832.640	44.000
Lantai 8	1237832.640	38.500
Lantai 7	1237832.640	33.000
Lantai 6	1237832.640	27.500
Lantai 5	1237832.640	22.000
Lantai 4	1957797.000	16.500
Lantai 3	1957797.000	11.000
Lantai 2	1957797.000	5.500
Total	16612363.800	

3.5 Wilayah Gempa dan Spektrum Respon

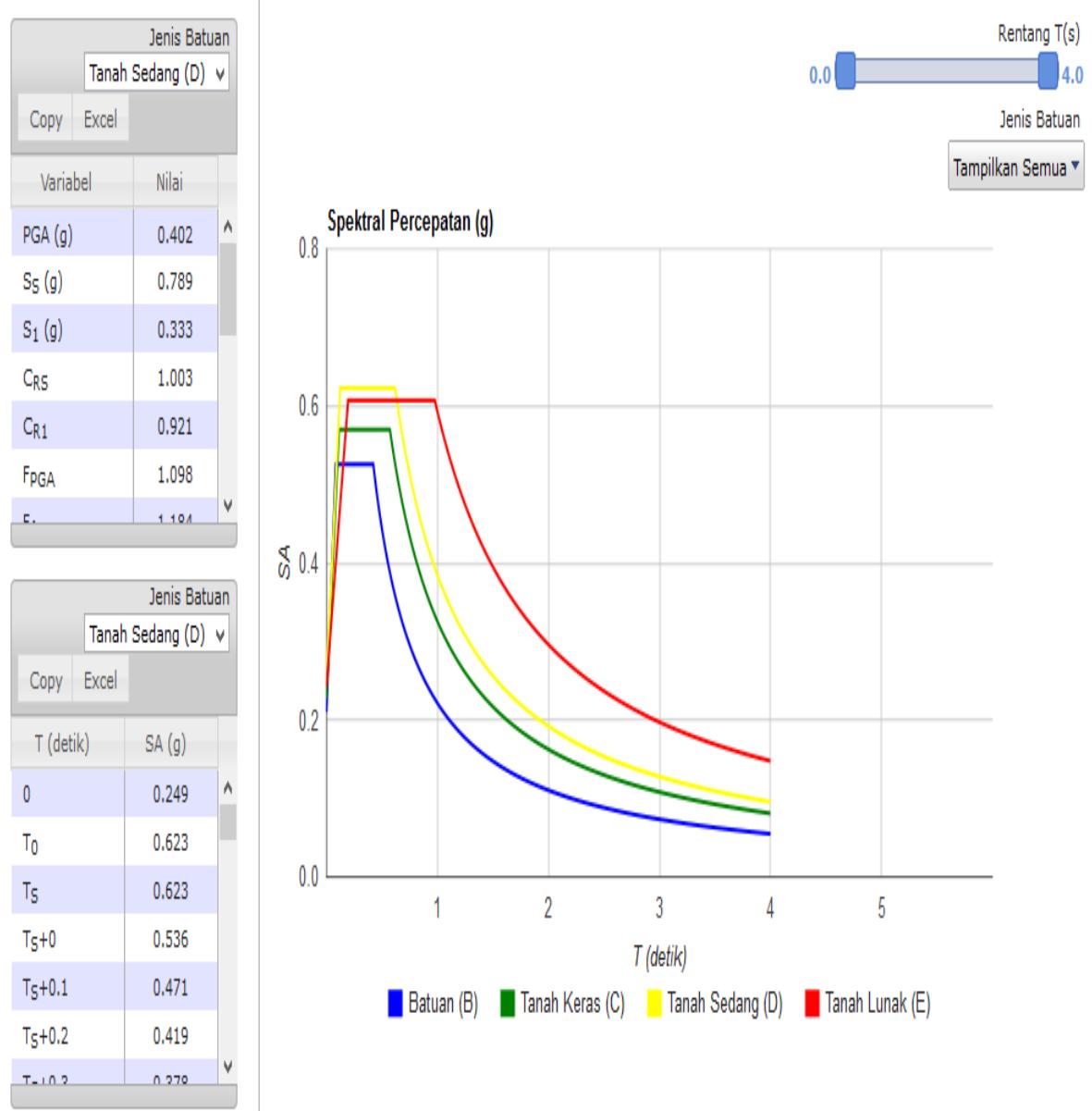
3.5.1 Beban Gempa dan Peta Zonasi Gempa Indonesia







Nilai Spektral Percepatan Di Permukaan Dari Gempa Risk-Targeted Maximum Consider Earthquake Dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% dalam 50 Tahun
 Lokasi: (Lat: -7.984469575091612 , Long: 112.62208700092742)



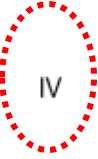
■ Maka didapat data
 :

$$\begin{aligned} S_S &\sim 0.789 \text{ g} \\ S_1 &\sim 0.333 \text{ g} \end{aligned}$$

3. 5.3 Menentukan Kategori Resiko bangunan dan faktor Keutamaan le

Tabel 3.3: Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo	
Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi	III
Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<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

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 15 dari 138)

Tabel 5.2 : faktor keutamaan Gempa

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

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 15 dari 138)

3.5.4 Menentukan Kategori Design Seismik (KDS)

Menentukan Koefisien Sifat Fa dan FV

Tabel 5.3 : Klasifikasi Sifat

Kelas Sifat	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :			
1. Indeks plastisitas, PI > 20, 2. Kadar air, w $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser niralir $s_u < 25 kPa$			
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-sifat 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: <ul style="list-style-type: none"> - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifikasi, 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. 		

Tabel 5.4 : Klasifikasi Sifat Fa

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

CATATAN :

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

Maka dari Hasil Interpolasi diata didapat :

$$\text{Untuk } S_S = 0.789 \text{ g}$$

$$\text{Untuk } S_1 = 0.333 \text{ g}$$

Melalui Interpolasi Didapat :

Untuk nilai $S_S = 0.789 \text{ g}$ berada diantara nilai

$$S_S = 1.000$$

$$S_S = 0.750$$

$$S_S = 0.789$$

$$F_a = 1.100$$

$$F_a = 1.200$$

$$F_a =?$$

$$F_a = 1.100$$

$$+ \left[\begin{array}{l} 0.789 - 1.000 \\ 0.750 - 1.000 \end{array} \right]$$

$$x 1.200 - 1.100 = 1.184$$

$$S_1 = 0.333 \text{ g}$$

Melalui Interpolasi Didapat :

Untuk nilai $S_S = 0.333 \text{ g}$ berada diantara nilai

$$S_1 = 0.400$$

$$S_1 = 0.300$$

$$S_1 = 0.333$$

$$F_v = 1.600$$

$$F_v = 1.800$$

$$F_v =?$$

$$F_v = 1.600$$

$$+ \left[\begin{array}{l} 0.333 - 0.400 \\ 0.300 - 0.400 \end{array} \right]$$

$$= 1.734$$

Maka untuk mendapatkan nilai F_a dari S_S harus di interpolasi terlebih dahulu sebagai berikut :

Menentukan Nilai S_{DS} dan S_{DI}

$$S_{DS} = 2/3 \times F_a \times S_S$$

$$= 0.66666667 \times 1.184 \times 0.789$$

$$= 0.623 \text{ g}$$

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

$$= 0.66666667 \times 1.734 \times 0.333$$

$$= 0.385 \text{ g}$$

Tabel 5.6 : Kategori Design Seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

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

$$S_{DS} = 0.623 \text{ g}$$

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 24 dari 138)

Tabel 5.7: Kategori Design Seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

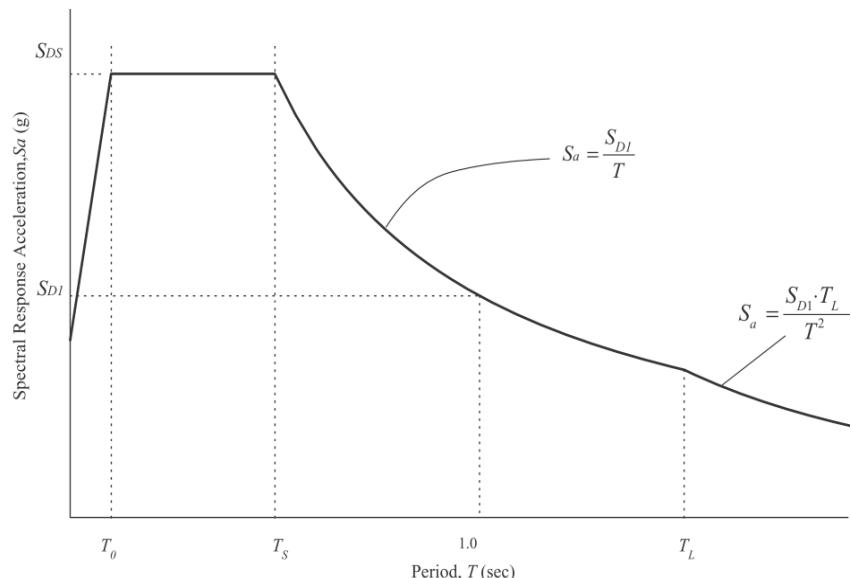
Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

$$S_{D1} = 0.385 \text{ g}$$

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 25 dari 138)

Kesimpulan Jenis tanah yang berada di Kota Malang adalah Tanah Sedang dengan Kategori D.

3.5.5.Membuat Spectrum Respons Design



$$\begin{aligned} T_0 &= 0,2 \times (S_{D1}/S_{DS}) \\ &= 0,2 \times \frac{0,385}{0,623} \\ &= \mathbf{0,124 \text{ Detik}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= S_{D1}/S_{DS} \\ &= \frac{0,385}{0,623} \\ &= \mathbf{0,618 \text{ Detik}} \end{aligned}$$

3.5.5.1. Menentukan 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.

$$T_a = 0,1 N \quad \longrightarrow \quad N = Jumlah Tingkat$$

Untuk Struktur dengan Ketinggian > 12 Tingkat :

$$T_a = C_u \cdot T_a$$

Dimana :

h_n = Ketinggian struktur dalam (m), diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur dan Koefisien C_t dan x ditentukan dari tabel

Batas perioda maksimum.

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

Tabel 5.8 : Koefisien Untuk Batas Atas pada Perioda yang dihitung

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 5.9: Koefisien Untuk Batas Atas pada Perioda 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

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 56 dari 138)

Tipe Struktur penahan gaya lateral arah X dan arah Y adalah dinding geser sehingga termasuk tipe *semua sistem struktur lainnya*.

$$T_a = 0,1 \text{ N}$$

Maka N adalah jumlah tingkat

Arah X - (sistem Struktur lainnya)

$$N = 8$$

Maka :

$$\begin{aligned} Ta &= 0.1 \times 8.000 \\ &= 0.800 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Arah Y - (sistem Struktur lainnya)

$$N = 8$$

Maka :

$$\begin{aligned} Ta &= 0.1 \times 8.000 \\ &= 0.800 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$T_{max} = Cu \cdot Ta$$

$$\begin{aligned} T_{max1} &= 1.4 \times 0.800 \\ &= 1.120 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{max2} &= 1.4 \times 0.800 \\ &= 1.120 \text{ Detik} \end{aligned}$$

3.5.5.2 Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekivalen (ELF)

Kontrol :

$$\begin{aligned} Ts &= S_{D1}/S_{DS} \\ &= 0.61789962 \times 3.5 \\ 3,5 TS &= 2.16264865 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 0.623 g \\ S_{D1} &= 0.385 g \end{aligned}$$

3.5.5.3 Menentukan faktor R , C_d dan Ω_0

Tabel 5.10 : Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, g_0	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 ^k	12 ^k	12 ^k
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI

10.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¾	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	1¾	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
14.Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15.Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16.Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17.Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18.Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI
19.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	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

24.Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25.Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26.Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C.Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^{h,j}	TI ^h	TI ⁱ
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^h	TI ^h	TI ⁱ
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10.Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11.Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3½	3 ^v	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentratis khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentratis khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
10.Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11.Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI
12.Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13.Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB
E.Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempayang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing konsentratis ^f khusus	6	2½	5	TB	TB	10	TI	TI ^{h,k}
2. Dinding geser beton bertulang khusus	6½	2½	5	TB	TB	48	30	30

3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2½	TB	48	TI	TI	TI
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5½	2½	4½	TB	TB	48	30	TI
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3½	2½	3	TB	TB	TI	TI	TI
7. Dinding geser baja dan betonkomposit biasa	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
8. Dinding geser beton bertulang biasa	5½	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
F.Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa	4½	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
G.Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :								
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1¼	1¼	1¼	10	10	TI	TI ^{h,i}	TI ^{h,i}
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1½	1¼	1½	10	10	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1¼	1	10	TI	TI	TI	TI
6. Rangka kayu	1½	1½	1½	10	10	10	TI	TI
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

Dari Tabel diatas maka dapat nilai Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya dengan menggunakan dinding geser beton bertulang Khusus Sebagai Berikut :

$$R = 5.00$$

$$Cd = 5.00$$

$$\Omega_0 = 2.50$$

3.5.5.4 Menghitung Nilai Base Shear

$$V = CS \cdot W \quad \xrightarrow{\text{Pasal 7.8.1 SNI 1726-2012}}$$

$$V$$

$$= CS \cdot W \quad \xrightarrow{\text{Pasal 7.8.1 SNI 1726-2012}}$$

Keterangan :

$$CS = \text{Koefisien Respons Seismik}$$

$$W = \text{Berat Seismik Efektif}$$

$$\text{Koefisien respons seismik } CS \quad \xrightarrow{\text{7.8.1 SNI 1726-2012}}$$

$$CS = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)}$$

Nilai CS yang dihitung tidak perlu melebihi berikut ini :

$$CS = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I_e)}$$

CS harus tidak kurang dari :

$$CS = 0,044S_{DS} I_e \geq 0,01$$

Untuk $S1 \geq 0,6$ g, nilai CS harus tidak kurang dari :

$$C_s = \frac{0,5 \times S_1}{(R/I_e)}$$

$$S_1 = 0.333 \text{ g}$$

$$V = C_s \cdot W$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)} = \frac{0.623 \text{ g}}{5.00 / 2} = 0.18690$$

$$C_{s \text{ Maks}} = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I_e)} = \frac{0.385 \text{ g}}{1.120 \times 3.33} = 0.10311$$

$$C_{s \text{ Min}} = \frac{0,5 \times S_1}{(R/I_e)} = \frac{0.5}{3.33} \times 0.3 = 0.04995$$

$$C_{sx} = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I_e)} = \frac{0.384948}{1.120 \times 3.33} = 0.10311$$

$$C_{sy} = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I_e)} = \frac{0.384948}{1.120 \times 3.33} = 0.10311$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} C_{s \text{ min}} &= 0.044 \times S_{DS} \times 1.50 \\ &= 0.044 \times 0.623 \text{ g} \times 1.50 \\ &= 0.04111763 \end{aligned}$$

-----> 0.01

Kesimpulan

:

$$\text{Nilai } C_s \text{ yang dipakai adalah} = 0.04995$$

Maka Nilai Vx dan Vy adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Vx &= C_s \cdot W \\ &= 0.0500 \times 14490155.06 \\ &= 723783.245 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vy &= C_s \cdot W \\ &= 0.0500 \times 14490155.06 \\ &= 723783.245 \text{ Kg} \end{aligned}$$

3.5.5.5 Menghitung Gaya Gempa lateral FX

$$FX = CVX \cdot V$$

Pasal 7.8.3 SNI 1726-2012

$$CVX = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Dimana :

- CVX = Faktor distribusi vertikal
 V = Gaya lateral design total atau geser di dasar struktur
 Wi & Wx = Bagian berat seismik sfektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
 hi & hx = Tinggi (m) dari dasar sampai tingkat i atau x
 K = Eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut :
 Untuk struktur yang mempunyai dengan periода sebesar 0,5 detik atau kurang , K = 1 Untuk struktur yang mempunyai dengan perioda sebesar 2,5 detik atau lebih , =2 Untuk struktur yang mempunyai dengan perioda sebesar 0,5 dan 2,5 detik k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

$$Tx = 1.120 \text{ Detik}$$

Melalui Interpolasi Didapat :

Untuk nilai SS 1.120 g berada diantara nilai

$$Tx = 0.500 \qquad \qquad \qquad Kx = 1.000$$

Maka untuk mendapatkan nilai K dari Tx harus di interpolasi terlebih dahulu sebagai berikut :

$$Tx = 2.500 \quad Kx = 2.000$$

$$Tx = 1.120 \quad Kx =?$$

$$Kx = 1.000 + \left(\frac{1.120 - 0.500}{2.500 - 0.500} \right) - 2.000 - 1.000$$

$$Ty = 1.120 \text{ Detik}$$

Melalui Interpolasi Didapat :

Untuk nilai SS 1.120 g berada diantara nilai

$$Ty = 0.500 \qquad \qquad \qquad Ky = 1.000$$

Maka untuk mendapatkan nilai K dari Ty harus di interpolasi terlebih dahulu sebagai berikut :

$$Ty = 2.500 \qquad \qquad \qquad Ky = 2.000$$

$$Ty = 1.120 \qquad \qquad \qquad Ky =?$$

$$Ky = 1.000 + \left(\frac{1.120 - 0.500}{2.500 - 0.500} \right) 2.000 - 1.000$$

$$= 1.310$$

$$Vx = 723783.245 \text{ Kg} = 723.783 \text{ Ton}$$

$$Vy = 723783.245 \text{ Kg} = 723.783$$

Gaya Gempa Lateral

Gaya gempa lateral dibagi ke setiap dinding geser :

Tabel 3.11 Gaya gempa lateral

Lantai	Weight (Wi) Kg	Tinggi (hi) m	Wi x hi ^{Kx}	Wi x hi ^{Ky}	Fx (kg)	F _Y (kg)
Lantai Atap	836311.680	66.000	202288278.161	202288278.161	101003.396	101003.396
Lantai 12	1237832.640	60.500	267153870.800	267153870.800	133391.062	133391.062
Lantai 11	1237832.640	55.000	235796336.614	235796336.614	117734.112	117734.112
Lantai 10	1237832.640	49.500	205397304.962	205397304.962	102555.746	102555.746
Lantai 9	1237832.640	44.000	176029289.670	176029289.670	87892.172	87892.172
Lantai 8	1237832.640	38.500	147779940.012	147779940.012	73787.151	73787.151
Lantai 7	1237832.640	33.000	120757799.776	120757799.776	60294.882	60294.882
Lantai 6	1237832.640	27.500	95101585.892	95101585.892	47484.626	47484.626
Lantai 5	1237832.640	22.000	70996287.947	70996287.947	35448.748	35448.748
Lantai 4	1957797.000	16.500	77032080.157	77032080.157	38462.445	38462.445
Lantai 3	1957797.000	11.000	45288931.681	45288931.681	22612.956	22612.956
Lantai 2	1957797.000	5.500	18265971.762	18265971.762	9120.277	9120.277
Total	16612363.800		1661887677.43	1661887677.43	829787.572	829787.572

Tabel 3.12 Pusat Massa

Lantai	Weight (Wi) Kg	Satuan	Pusat Massa (Center of Mass)		Satuan
			X	Z	
Lantai Atap	836311.680	kg	17.99	18.02	m
Lantai 12	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 11	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 10	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 9	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 8	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 7	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 6	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 5	1237832.640	kg	17.99	17.99	m
Lantai 4	1957797.000	kg	17.99	17.99	m
Lantai 3	1957797.000	kg	17.99	17.99	m
Lantai 2	1957797.000	kg	17.99	17.99	m
Total	16612363.800				

Tabel 3.13 Kekakuan Per Lantai

Lantai	Weight (Wi) Kg	Satuan	Koordinat Kekakuan (m)		Satuan
			X	Z	
Lantai Atap	294680.843	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 12	294681.562	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 11	294680.750	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 10	294681.500	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 9	294680.870	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 8	294680.812	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 7	294681.500	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 6	294680.968	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 5	294681.187	Kg	18.00	17.78	m
Lantai 4	529369.250	Kg	18.00	17.88	m
Lantai 3	529369.187	Kg	18.00	17.88	m
Lantai 2	529369.187	Kg	18.00	17.88	m

SNI Gempa 1726- 2002 pasal 5.4.3 menyebutkan bahwa : Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana e_d . Apabila ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebangan gempa dinyatakan dengan ‘b’, maka eksentrisitas rencana e_d harus ditentukan sebagai berikut :

$$\text{untuk } 0 < e \leq 0,3 b, \text{ maka } e_d = 1,5 e + 0,05 \text{ atau } e_d = e - 0,05 b$$

Eksentrisitas Rencana (Ed)

Tabel 3.14 Pusat Massa dan Pusat Kekakuan

LANTAI	PUSAT MASSA		PUSAT KEKAKUAN		EXENTRISITAS ex	EXENTRISITAS ez
	X	Z	X	Z		
LANTAI ATAP	17.99	18.08	18.00	17.78	-0.01	0.3
LANTAI 12	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 11	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 10	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 9	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 8	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 7	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 6	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 5	17.99	17.99	18.00	17.78	-0.01	0.21
LANTAI 4	17.99	17.99	18.00	17.88	-0.01	0.11
LANTAI 3	17.99	17.99	18.00	17.88	-0.01	0.11
LANTAI 2	17.99	17.99	18.00	17.88	-0.01	0.11

Ukuran Gedung

$b_x = 36.0 \text{ M}$
 $b_z = 21.6 \text{ M}$

B_x =bentang bangunan yang terpanjang
 B_z =bentang bangunan terpendek

Story	Pusat Massa		Pusat Kekakuan		Eksentrisitas (e)		$ed = 1,5e + 0,05b$		$ed = e - 0,05b$	
	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z
Atap	17.99	18.08	18	17.78	-0.01	0.3	1.79	1.53	-1.81	-0.78
12	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
11	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
10	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
9	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
8	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
7	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
6	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
5	17.99	17.99	18	17.78	-0.01	0.21	1.79	1.40	-1.81	-0.87
4	17.99	17.99	18	17.88	-0.01	0.11	1.79	1.25	-1.81	-0.97
3	17.99	17.99	18	17.88	-0.01	0.11	1.79	1.25	-1.81	-0.97
2	17.99	17.99	18	17.88	-0.01	0.11	1.79	1.25	-1.81	-0.97

Kinerja Batas Layan Arah Z

Kinerja Batas Layan dan Ultimit

Kinerja Batas Layan Arah X

Reduksi Gedung = 8.5

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	ΔS (mm)	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	5500	0.0680	0.068	19.41	OK
2	Lantai 3	5500	1.2060	1.14	19.41	OK
3	Lantai 4	5500	1.5680	0.36	19.41	OK
4	Lantai 5	5500	1.7480	0.18	19.41	OK
5	Lantai 6	5500	3.2900	1.54	19.41	OK
6	Lantai 7	5500	5.4550	2.17	19.41	OK
7	Lantai 8	5500	9.8570	4.40	19.41	OK
8	Lantai 9	5500	11.0030	1.15	19.41	OK
9	Lantai 10	5500	14.5380	3.54	19.41	OK
10	Lantai 11	5500	18.4780	3.94	19.41	OK
11	Lantai 12	5500	20.2830	1.81	19.41	OK
12	Atap	5500	24.7230	4.44	19.41	OK

Kinerja Batas Ultimit Arah X

$$\xi = 0.7 \times R$$

Faktor Pengali, ξ

$$= 5.95$$

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta S \times \xi$	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	5500	0.0680	0.40	110.00	OK
2	Lantai 3	5500	1.2060	6.77	110.00	OK
3	Lantai 4	5500	1.5680	2.15	110.00	OK
4	Lantai 5	5500	1.7480	1.07	110.00	OK
5	Lantai 6	5500	3.2900	9.17	110.00	OK
6	Lantai 7	5500	5.4550	12.88	110.00	OK
7	Lantai 8	5500	9.8570	26.19	110.00	OK
8	Lantai 9	5500	11.0030	6.82	110.00	OK
9	Lantai 10	5500	14.5380	21.03	110.00	OK
10	Lantai 11	5500	18.4780	23.44	110.00	OK
11	Lantai 12	5500	20.2830	10.74	110.00	OK
12	Atap	5500	24.7230	26.42	110.00	OK

Kinerja Batas Ultimit Arah Z

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta S \times \xi$	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	5500	0.0780	0.46	110.00	OK
2	Lantai 3	5500	1.2120	6.75	110.00	OK
3	Lantai 4	5500	0.1480	-6.33	110.00	OK
4	Lantai 5	5500	2.1310	11.80	110.00	OK
5	Lantai 6	5500	4.1050	11.75	110.00	OK
6	Lantai 7	5500	0.6680	-20.45	110.00	OK
7	Lantai 8	5500	1.4910	4.90	110.00	OK
8	Lantai 9	5500	17.9320	97.82	110.00	OK
9	Lantai 10	5500	2.2590	-93.25	110.00	OK
10	Lantai 11	5500	2.9150	3.90	110.00	OK
11	Lantai 12	5500	3.2340	1.90	110.00	OK
12	Atap	5500	3.9220	4.09	110.00	OK

Tabel 3.15 Perhitungan bebanan Gempa 100% yang ditimjau dan 30 % arah tegak lurus

Lantai	Penghitungan beban gempa 100% yang di tinjau dan 30 % arah tegak lurus			
	Fx (kg)	30 % Fx (kg)	Fy (kg)	30 % Fy (kg)
Lantai Atap	101003.396	30301.019	101003.396	30301.019
Lantai 12	133391.062	40017.319	133391.062	40017.319
Lantai 11	117734.112	35320.234	117734.112	35320.234
Lantai 10	102555.746	30766.724	102555.746	30766.724
Lantai 9	87892.172	26367.651	87892.172	26367.651
Lantai 8	73787.151	22136.145	73787.151	22136.145
Lantai 7	60294.882	18088.465	60294.882	18088.465
Lantai 6	47484.626	14245.388	47484.626	14245.388
Lantai 5	35448.748	10634.624	35448.748	10634.624
Lantai 4	38462.445	11538.733	38462.445	11538.733
Lantai 3	22612.956	6783.887	22612.956	6783.887
Lantai 2	9120.277	2736.083	9120.277	2736.083
Total	829787.572	248936.272	829787.572	248936.272

Pengaruh beban gempa vertical

$$E_v = 0,2 S_{PS} D \quad \rho = 1.3 \quad \text{Pasal 7.3.4.2 SNI 1726 : 2012}$$

$$E_v = 0.2 \times 0.623 g D$$

$$\equiv 0.12459888 x D$$

Tabel 3.16 Kombinasi Pembebatan

BAB IV

PENULANGAN DINDING GESER

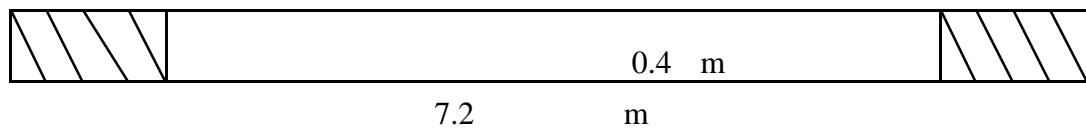
4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser

Data Perencanaan

- Kuat Tekan Beton (f'_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 390 Mpa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0.65
 - Geser Φ : 0.65
 - Panjang dinding geser : 7200 mm
 - Tebal dinding geser : 400 mm

Luas Penampang Dinding Geser

$$: 7200 \times 400 = 2880000 \text{ mm}^2$$



4.1.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Di tinjau dari arah Z

$$Mu : 952152 \text{ kgm} = 9521.520 \text{ kNm}$$

$$Pu : 600202.0 \text{ kg}$$

$$Mn : \frac{Mu}{\Phi} = \frac{9521.520}{0.65} = 14648.492 \text{ kNm}$$

$$Pn : \frac{Pu}{\Phi} = \frac{600202}{0.65} = 923388 \text{ kg}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 35 D 16

- Menentukkan c (garis netral) dengan trial error

$$C : 600 \text{ mm}$$

Maka tulangan no 1 - 5 ialah tulangan tekan dan tulangan no 6 - 35 adalah tulangan tarik

Untuk Tulangan tekan

$$A's = n \times 1/4 \times \pi \times d^2$$

$$A's1 2 D 16 = 2 \times 1/4 \times 3.14 \times 16^2 = 402.286 \text{ mm}$$

Untuk Tulangan tarik

$$As = n \times 1/4 \times \pi \times d^2$$

$$As 11 2 D 16 = 2 \times 1/4 \times 3.14 \times 16^2 = 402.286 \text{ mm}$$

A's 1	402.286
A's 2	402.286
A's 3	402.286
A's 4	402.286
A's 5	402.286
As 6	402.286
As 7	402.286
As 8	402.286
As 9	402.286
As 10	402.286
As 11	402.286
As 12	402.286
As 13	402.286
As 14	402.286
As 15	402.286
As 16	402.286
As 17	402.286
As 18	402.286
As 19	402.286
As 20	402.286
As 21	402.286
As 22	402.286
As 23	402.286
As 24	402.286
As 25	402.286
As 26	402.286
As 27	402.286
As 28	402.286
As 29	402.286
As 30	402.286
As 31	402.286
As 32	402.286
As 33	402.286
As 34	402.286
As 35	402.286

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

$$\begin{aligned}
 d' &= \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + 1/2 \text{ diameter tulangan As1} \\
 &= 400 + 120 + 80 \\
 &= 60.00 \text{ mm} = 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Pusat Plastis} = \frac{\text{Panjang Penampang Dinding Geser}}{2} = \frac{7200}{2} = 3600 \text{ mm} = 360 \text{ cm}$$

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

di	jarak (cm)
d1	6.0
d2	16.0
d3	26
d4	36
d5	46
d6	71
d7	96
d8	121
d9	146
d10	171

di	jarak (cm)
d11	196
d12	221
d13	246
d14	271
d15	296
d16	321
d17	346
d18	371
d19	396
d20	421

di	jarak (cm)
d21	446
d22	471
d23	496
d24	521
d25	546
d26	571
d27	596
d28	621
d29	646
d30	671

di	jarak (cm)
d31	681
d32	691
d33	701
d34	711
d35	717

yi	jarak (cm)
y1	354
y2	344
y3	334
y4	324
y5	314
y6	289
y7	264
y8	239
y9	214
y10	189

yi	jarak (cm)
y11	164
y12	139
y13	114
y14	89
y15	64
y16	39
y17	14
y18	11
y19	36
y20	61

yi	jarak (cm)
y21	86
y22	111
y23	136
y24	161
y25	186
y26	211
y27	236
y28	261
y29	286
y30	311

yi	jarak (cm)
y31	321
y32	331
y33	341
y34	351
y35	357

g

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\varepsilon s'1}{\varepsilon c'} = \frac{c - d}{c}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon s'1 &= \frac{c - d1}{c} \times \varepsilon c ; \quad \varepsilon c = 0.003 \\ &= \frac{60 - 6}{60} \times 0.003 \\ &= 0.00270 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\varepsilon s}{\varepsilon c} = \frac{d - c}{c}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon s 8 &= \frac{d 8 - c}{c} \times \varepsilon c ; \quad \varepsilon c = 0.003 \\ &= \frac{239 - 60}{60.0} \times 0.003 \\ &= 0.00895 \end{aligned}$$

es i	Nilai
es'1	0.00270
es'2	0.00220
es'3	0.00170
es'4	0.00120
es'5	0.00070
es6	0.00055
es7	0.00180
es8	0.00305
es9	0.00430
es10	0.00555

es i	Nilai
es11	0.00680
es12	0.00805
es13	0.00930
es14	0.01055
es15	0.01180
es16	0.01305
es17	0.01430
es18	0.01555
es19	0.01680
es20	0.01805

es i	Nilai
es21	0.01930
es22	0.02055
es23	0.02180
es24	0.02305
es25	0.02430
es26	0.02555
es27	0.02680
es28	0.02805
es29	0.02930
es30	0.03055

es i	Nilai
es31	0.03105
es32	0.03155
es33	0.03205
es34	0.03255
es35	0.03285

Tabel 4.4 Regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

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

$$f'_{s1} = 0.0027 \times 200000 = 540 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 390 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s5} = 0.0006 \times 200000 = 110 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 110 \text{ Mpa}$

fsi	Mpa
f _{s1}	540
f _{s2}	440
f _{s3}	340
f _{s4}	240
f _{s5}	140
f _{s6}	110
f _{s7}	360
f _{s8}	610
f _{s9}	860
f _{s10}	1110

fsi	Mpa
fs ₁₁	1360
fs ₁₂	1610
fs ₁₃	1860
fs ₁₄	2110
fs ₁₅	2360
fs ₁₆	2610
fs ₁₇	2860
fs ₁₈	3110
fs ₁₉	3360
fs ₂₀	3610

fsi	Mpa
fs ₂₁	3860
fs ₂₂	4110
fs ₂₃	4360
fs ₂₄	4610
fs ₂₅	4860
fs ₂₆	5110
fs ₂₇	5360
fs ₂₈	5610
fs ₂₉	5860
fs ₃₀	6110

fsi	Mpa
fs ₃₁	6210
fs ₃₂	6310
fs ₃₃	6410
fs ₃₄	6510
fs ₃₅	6570

Tabel 4.5 Tabel Nilai Tegangan

fsi	Mpa
f _{s1}	390
f _{s2}	390
f _{s3}	340
f _{s4}	240
f _{s5}	140
f _{s6}	110
f _{s7}	360
f _{s8}	390
f _{s9}	390
f _{s10}	390

fs	Mpa
fs ₁₁	390
fs ₁₂	390
fs ₁₃	390
fs ₁₄	390
fs ₁₅	390
fs ₁₆	390
fs ₁₇	390
fs ₁₈	390
fs ₁₉	390
fs ₂₀	390

fs	Mpa
fs ₂₁	390
fs ₂₂	390
fs ₂₃	390
fs ₂₄	390
fs ₂₅	390
fs ₂₆	390
fs ₂₇	390
fs ₂₈	390
fs ₂₉	390
fs ₃₀	390

fs	Mpa
fs ₃₂	390
fs ₃₃	390
fs ₃₄	390
fs ₃₅	390

Tabel 4.6 Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 C_c &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a & = 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b \\
 &\quad \cdot b \\
 a &= \beta \cdot c & = 0,85 \times 30 & \times 600.000 & = 510 \quad \text{mm} \\
 C_c &= 0,85 \times 30 \times 0,85 & \times 600 & = 510 \times 400 \\
 &= 5202000 \quad \text{N} & = 5202 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

Gaya tekan

$$\begin{aligned}
 C_s &= \text{tulangan} \\
 &= A's \times f's \\
 C_{s1} &= A's_1 \times f_{s1} \\
 &= 402,29 \times 390 & = 156891 \quad \text{N} \\
 && = 156,891 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

Gaya tarik

$$\begin{aligned}
 T_s &= \text{tulangan} \\
 &= A_s \times f_s \\
 T_s &= A_s \\
 6 &= 6 \times f_s 6 \\
 &= 402,3 \times 390 & = 156891 \quad \text{N} \\
 && = 156,891 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Cs i	kN
Cs1	156.89
Cs2	156.89
cs3	136.78
cs4	96.55
cs5	56.32
Ts6	44.25
Ts7	144.82
Ts8	156.89
Ts9	156.89
Ts10	156.89

Ts i	kN
Ts11	156.89
Ts12	156.89
Ts13	156.89
Ts14	156.89
Ts15	156.89
Ts16	156.89
Ts17	156.89
Ts18	156.89
Ts19	156.89
Ts20	156.89

Ts i	kN
Ts21	156.891
Ts22	156.891
Ts23	156.891
Ts24	156.891
Ts25	156.891
Ts26	156.891
Ts27	156.891
Ts28	156.891
Ts29	156.891
Ts30	156.891

Ts i	kN
Ts31	156.891
Ts32	156.891
Ts33	156.891
Ts34	156.891
Ts35	156.891

Tabel 4.7 Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser

$$\sum Cs = Cs1 + Cs2 + Cs3 + Cs4 + Cs5$$

$$= 156.89 + 156.89 + 136.78 + 96.55 + 56.32 \\ = 603.43 \text{ kN}$$

$$\sum Ts = Ts6 + Ts7 + Ts8 + Ts9 + Ts10 + Ts11 + Ts12 + Ts13 + Ts14 + Ts15 + Ts16 + Ts17 + Ts18 + \\ Ts19 + Ts20 + Ts21 + Ts22 + Ts23 + Ts24 + Ts25 + Ts26 + Ts27 + Ts28 + Ts29 + Ts30 + \\ Ts31 + Ts32 + Ts33 + Ts34 + Ts35$$

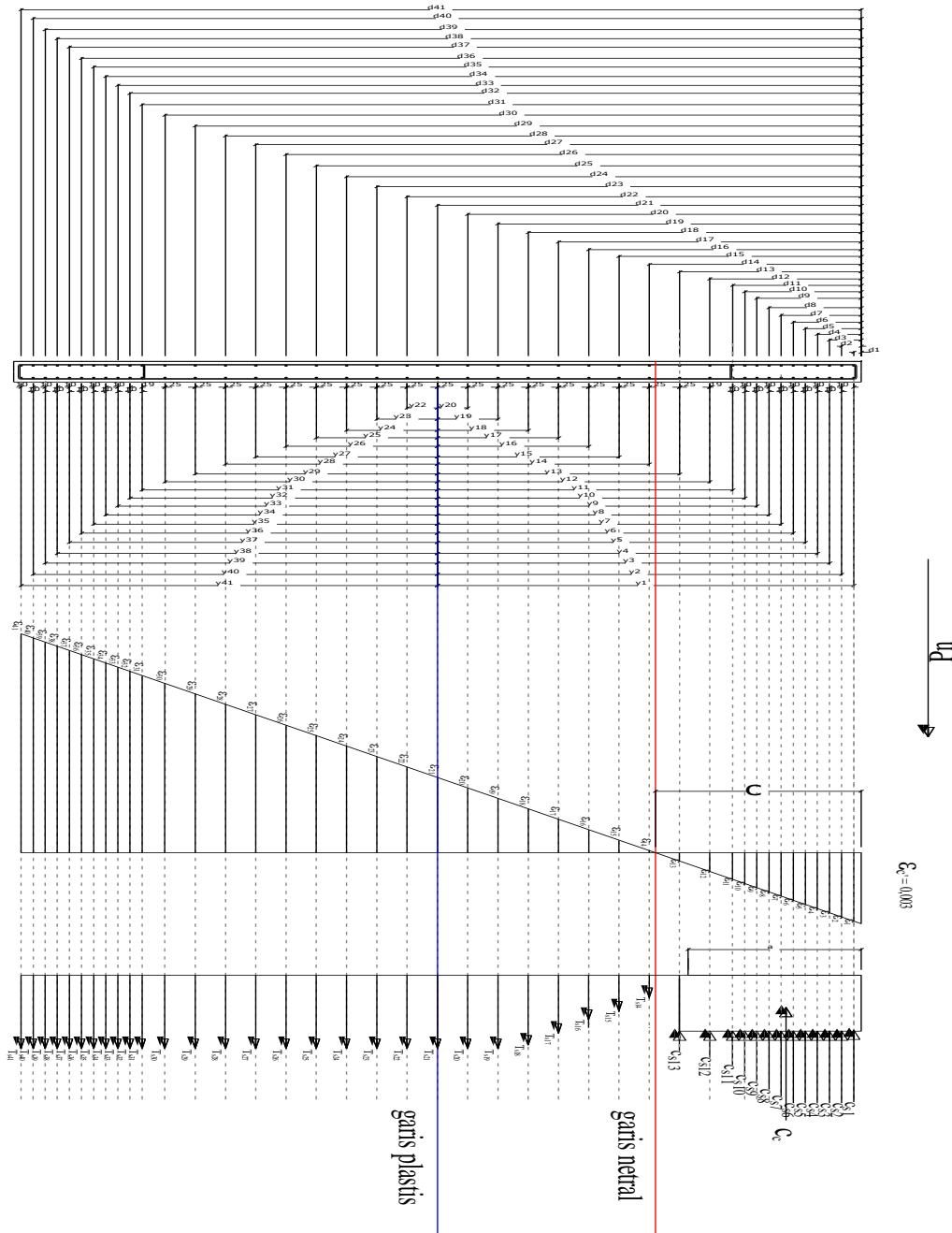
$$= 44.25 + 144.82 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 \\ + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 \\ + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 + 156.89 \\ = 4582.03$$

Kontrol $\sum H = 0$

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

$$Cc + (Cs1 + Cs2 + \dots + Cs7) - (Ts7 + Ts10 + \dots + Ts35) - Pn = 0 \\ 5202.0 + 603.4 - 4582.0 - \frac{92338.76}{9} = 0 \\ -91115.375 = 0$$

Potongan penampang
Diagram regangan
diagram tegangan



- Menghitung Momen Terhadap Titik Berat Penampang

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

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

$$a = \beta \times c$$

Maka

$$a = 0.85 \times 600$$

$$= 510.00$$

$$\begin{aligned} y_c &= 3600 - 255 \\ &= 3345 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{nc} = 5202 \times 3345$$

$$= 17400690$$

kNm

$$= 17400.7 \text{ kNm}$$

Untuk daerah tekan

$$M_{n1} = C_s \times y_1$$

$$= 156.9 \times 354$$

$$= 55539.6 \text{ kNcm}$$

$$= 555.40$$

kNm

Untuk daerah Tarik

$$M_n 6 = T_s 6 \times y 6$$

$$= 44.3 \times 289$$

$$= 12788.7 \text{ kNcm}$$

$$= 127.9 \text{ kNm}$$

Mn	kN
Mn1	555.40
Mn2	539.71
Mn3	456.84
Mn4	312.82
Mn5	176.84
Mn6	127.89
Mn7	382.33
Mn8	374.97
Mn9	335.75
Mn10	296.525
Mn11	257.302
Mn12	218.079
Mn13	178.856
Mn14	139.633
Mn15	100.411
Mn16	61.188
Mn17	21.965
Mn18	17.258
Mn19	56.481
Mn20	95.704
Mn21	134.927
Mn22	174.149
Mn23	213.372
Mn24	252.595
Mn25	291.818
Mn26	331.041
Mn27	370.264
Mn28	409.487
Mn29	448.709
Mn30	487.932
Mn31	503.621
Mn32	519.311
Mn33	535.000
Mn34	550.689
Mn35	560.102

Tabel 4.8 Momen Nominal

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Mn} &= \text{Mn1} + \text{Mn2} + \text{Mn3} + \text{Mn4} + \text{Mn5} \\
 &= 555.4 + 539.71 + 456.84 + 312.82 + 176.84 \\
 &= 2041.60 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum \text{Mn} &= \text{Mn6} + \text{Mn7} + \text{Mn8} + \text{Mn9} + \text{Mn10} + \text{Mn11} + \text{Mn12} + \text{Mn13} + \text{Mn14} + \text{Mn15} + \text{Mn16} + \text{Mn17} + \text{Mn18} + \text{Mn19} + \\
 &\quad \text{Mn20} + \text{Mn21} + \text{Mn22} + \text{Mn23} + \text{Mn24} + \text{Mn25} + \text{Mn26} + \text{Mn27} + \text{Mn28} + \text{Mn29} + \text{Mn30} + \text{Mn31} + \text{Mn32} \\
 &\quad \text{Mn33} + \text{Mn34} + \\
 &\quad \text{Mn35} \\
 &= 128 + 382.33 + 374.97 + 335.75 + 296.52 + 257 + 218.08 \\
 &+ 179 + 139.63 + 100.41 + 61.19 + 21.96 + 17 + 56.48 \\
 &+ 96 + 134.93 + 174.15 + 213.37 + 252.60 + 292 + 331.04 \\
 &+ 370 + 409.49 + 448.71 + 487.93 + 503.62 + 519 + 535.00 \\
 &+ 551 + 560.10 \\
 &= 8447.36
 \end{aligned}$$

Kontrol Mn > Mn Perlu

$$\begin{aligned}
 \text{Mn} &= \text{Pn.e} = \text{Cc} \times \text{yc} + \sum \text{Cs} \cdot \text{yi} + \sum \text{Ts} \cdot \text{yi} \\
 &= \text{Mnc} + (\text{Mn1} + \text{Mn2} + \dots + \text{Mn7}) + (\text{Mn8} + \text{Mn12} + \dots + \text{Mn36}) \\
 &= 17400.69 + 2041.60 + 8447.356 \\
 &= 27889.646 \text{ kNm} \\
 \text{maka, } & 27889.646 \text{ kNm} > 14648.492 \text{ kNm} \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.1.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 DiTinjau dari Arah X

$$Mu = 952152 \text{ kgm} = 9521.52 \text{ kNm} \quad fy = 390 \text{ MPa}$$

$$Pu = 600202 \text{ kg} = 6002020 \text{ N} \quad \beta = 0.85$$

$$Pn = \frac{600202}{0.65} = 923387.6923 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$A'st \quad 35 \quad D \quad 16 = 35 \times 1/4 \times 3.14 \times 16 = 7040.0 \text{ mm}^2$$

$$Ast \quad 35 \quad D \quad 16 = 35 \times 1/4 \times 3.14 \times 16 = 7040.0 \text{ mm}^2$$

$$d' = 60 \text{ mm}$$

$$b = 7200 \text{ mm}$$

Maka

Kontrol $\sum H = 0$

Cc + Cs - Ts + Pn = 0

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

$$Cs \text{ (Baja tertekan)} = As'1 \cdot f'_s 1$$

$$Ts \text{ (Baja tertarik)} = As2 \cdot f_s 2$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

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

$$M_{n1} = Cs \cdot (h/2 - d1')$$

$$M_{n2} = Ts \cdot (h/2 - d2')$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{Mu}{\Phi}$$

Untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$\frac{fs' = \epsilon s' \cdot Es}{c} = \frac{0,003(c - d') \cdot Es}{c} = \frac{600(c - d')}{c}; \quad Es : 200000 \text{ MPa}$$

Maka :

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

$$0.85.f'c.a.b + A'st.f's - A'st.fs + Pn$$

$$(0.85.f'c.\beta.c.b) + As't.((\frac{c - d1}{c} \times 0.003) \cdot 20000) - A'st.fy + Pn = 0$$

$$(0.85.f'c.\beta.c.b) + As't.(\frac{600(c - d1)}{c}) - A'st.fy + Pn = 0$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0.85.f'c.\beta.c^2.b) + (As't(600(c - d'))) - (A'st.fy + Pn)c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0.85.f'c.\beta.b.c^2) + (As't.600.c - As't.600.d') - (A'st.fy.c) + Pu.c = 0$$

$$(0.85.f'c.\beta.b.c^2) + (As't.600 - A'st.fy + Pn)c - As't.600.d' = 0$$

$$(0.85 \times 30 \times 0.85 \times 7200) c^2 + (7040.0 \times 600 - 7040.0 \times 390 - 9233876.923) c - (7040.00 \times 600 \times 60) = 0$$

$$156060 c^2 + 10712276.92 c - 253440000 = 0$$

dari persamaan didapatkan nilai c = 18.612 mm

$$a = \beta \times c = 0.85 \times 18.612 = 15.820 \text{ mm}$$

Nilai masing-masing regangan

$$\epsilon s' = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \cdot \frac{60 - 18.612}{18.612} = -0,006671$$

$$\epsilon s = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \cdot \frac{230 - 18.612}{18.612} = 0,034073$$

Nilai masing - masing tegangan

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times -0.006671 = -1334.218 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = -1334.218 \text{ Mpa}$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.034073 = 6814.501 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

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

Gaya - gaya yang bekerja pada elemen dindidng geser

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 15,820 \times 7200 \\ &= 2904616,081 \text{ N} \\ C_s &= A_s' t \times f_s \\ &= 7040,0 \times -1334,218 \\ &= -9392893,005 \text{ N} \\ T_s &= A_s' t \times f_s \\ &= 7040,0 \times 300 \\ &= 2112000 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

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

$$2904616 + -9392893,005 - 2112000 + 9233876,923 = 0$$

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

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah

sebesar :

$$\begin{aligned}
M_{nc} &= C_c \times \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) \\
&= 2904616.081 \times \left(\frac{400}{2} - \frac{15.820}{2} \right) \\
&= 557947196.2 \text{ Nmm} \\
M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
&= -9392893.005 \times \left(\frac{400}{2} - 60 \right) \\
&= -1315005021 \text{ Nmm} \\
M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
&= 2112000 \times \left(\frac{400}{2} - 60 \right) \\
&= 295680000 \text{ Nmm} \\
M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\
&= 557947196.2 + -1315005020.6 + 295680000 \\
&= 307390175.6 \text{ Nmm} = 307.3901756 \text{ kNm} \\
M_n \text{ Perlu} &= \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1360.217143}{0.65} = 2092.64 \text{ kNm} \\
M_n &= 3073.9 \text{ kNm} > M_n \text{ Perlu} = 2092.64 \text{ kNmOk}
\end{aligned}$$

4.1.3 Penulangan Tranversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
b_w &= 400 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
l_w &= 7200 \text{ mm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\
d &= 3500 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Berdasarkan SN I03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 45971.56 \text{ kg}$$

$$\Phi = 0.65$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Dimana :

$$V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$V_c = 0.17 \cdot 1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \lambda f_c \text{ bw. d}$$

$$= 0.17 \cdot 1 + \frac{6002020}{14 \cdot 2880000} \cdot 1 \times 30 \times 400 \times 3500 \\ = 1497630.068 \text{ N} = 149763.0068 \text{ kg}$$

$$V_u > 1/2 \Phi V_c$$

$$459715.6 > 1/2 \times 0.65 \times 149763.068$$

$459715.6 \text{ N} > 486729.772 \text{ N}$ maka diperlukan tulangan geser minimum

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 :

$$Av \geq 75 f'c x bw x s$$

$$1200 x fy$$

$$\frac{226.286 \text{ mm}^2 \geq 75 x 30 x 400 x 300}{1200 x 390}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq 105.3312611 \text{ mm}^2 \dots \text{ ok}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.6.3 hal 92

$$\begin{aligned} s &= \frac{\text{ok } Av \min x fy}{0.062 x f'c x bw} \\ &= \frac{226.286 x 390}{0.062 x 30 x 400} \\ &= 649.695 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

- 1/6 Bentang bersih dinsing geser

$$\frac{1}{6} x 5000 = 833.3333 \text{ mm}$$

- tinggi komponen struktur pada muka joint

$$- t_1 = 5000 \text{ mm}$$

$$- t_2 = 300 \text{ mm}$$

$$- 450 \text{ mm}$$

Maka panjang daerah sendi plastis (lo) diambil yang terbesar ialah 833.33 mm

Untuk point 2 t1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182 Menentukkan spasi tulangan transversal sepanjang lo ialah

- $6 \times$ diameter longitudinal
 $6 \times 16 = 96 \text{ mm}$
- $1/2 \times$ dimensi minimum komponen struktur
 $\frac{1}{2} \times 300 = 150 \text{ mm}$
- so = $100 + \frac{350 - \text{hx}}{3}$
 $= 100 + \frac{350 - 250}{3}$
 $= 133.333 \text{ mm}$

maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

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

$$\begin{aligned}s &< d/2 \quad \text{atau} \\ s &= 300 \text{ mm} \\ \frac{d}{2} &= \frac{3500}{2.00} = 1750 \text{ mm} \\ 649.695 &> 300 \text{ mm}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\ V_s &= \frac{226.3 \times 390 \times 3500}{300} \\ &= 1029600.000 \text{ N} \\ V_n &= 149763 + 102960.000 = 252723 \text{ kg} \\ \Phi V_n &= 0.65 \times 252723 = 164270 \text{ kg} \\ \Phi V_n &\geq V_u \\ 164270 \text{ kg} &\geq 45971.56 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{ Ok}\end{aligned}$$

4.1.4 Penulangan Tranversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{array}{lllll} bw & = & 6000 & \text{mm} & f \\ lw & = & 400 & \text{mm} & c = 30 \text{ Mpa} \\ d & = & 540 & & fy = 390 \text{ Mpa} \end{array}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned} \Phi V_n &\geq V_u && \text{Dimana :} \\ V_u &= 45971.56 \text{ kg} & V_c &= V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\ \Phi &= 0.65 & V_s &= V \text{ yang disumbangkan tulangan} \\ V_n &= V_c + V_s && \text{Dimana :} \\ V_c &= 0.17 \cdot 1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \lambda f_c b w \cdot d \\ &= 0.17 \cdot 1 + \frac{6002020}{540} \cdot 1 \times 30 \times 6000 \times 14 \times 2880000 \\ &= 3465943.871 \text{ N} &= 346594.3871 \text{ kg} \\ V_u &> \Phi V_c && \\ 4597156 &> 0.65 \times 3465943.871 \\ 4597156.0000 \text{ N} &> 2252863.516 \text{ N} \text{ maka diperlukan tulangan geser} \\ \text{Tulang geser perlu } V_s &= V_u / f - V_c \\ &= 4597156.0 / 0.65 - 3465943.871 \\ &= 7072547.7 - 3465943.871 = 3606603.82 \text{ N} \\ &= 360660.382 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser $\phi = 12$

$$\begin{array}{llll} Av & = & 33 \times 1/4 \times 3.14 \times 12^2 \\ & = & 226.286 \text{ mm}^2 & \geq 35.11042035 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{array}$$

Syarat :

$$\begin{array}{ll} Av & \geq \frac{75 f_c b w s}{1200 \times f_y} \\ 226.286 \text{ mm}^2 & \geq \frac{75 \times 30 \times 400 \times 100}{1200 \times 390} \end{array}$$

$$226 \text{ mm}^2 \geq 35.110 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned} s &= \frac{Av \cdot f_y \cdot d}{Vs} \\ &= \frac{226.3 \times 390 \times 540}{3606604} \\ &= 13.213 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk daerah sendi plastis (l_0) sesuai perhitungan sebelumnya pada hal 67 ialah sepanjang dengan jarak tulangan transversal sebesar 100 mm

Jarak tulangan transversal diluar sendi plastis menurut SNI 2487 : 2013 pasal 21.3.5.4

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

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

$$\begin{array}{rcl} d/2 & = & 540 \\ & - & \hline & 270 & \end{array} \quad \text{mm}$$

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 100.0 mm

$$V_n = 346594 + 360660.3822 = 707255 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \Phi V_n &= 0.65 \times 707255 \\ &= 459716 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$459715.600 \text{ kg} \geq 45971.560 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

4.1.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 12.2.2

$$ld = \frac{fy \Psi_t \Psi_e}{2,1\lambda} db$$

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

$$\begin{aligned} ld &= 300 \times 1 \times 1 \times 1 \times 16 \\ &= 417.3124248 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ld &= 1.30 \times 417.312 \\ &= 542.506 \text{ mm} \approx 550 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.3 sambungan lewatan tidak boleh

terjadi pada :

- Dalam joint
- $2 \times$ tinggi komponen struktur dari muka joint
- $2 \times 4000 = 8000 \text{ mm}$
- $2 \times 300 = 600 \text{ mm}$
- nilai yang di pakai 600 mm
- di luar sendi plastis

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

$$\begin{aligned} - d/4 \\ \frac{540}{4} &= 135 \text{ mm} \\ - 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang terkecil 55 mm

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari pendetailan-pendetailan tulangan masing-masing komponen struktur telah dikontrol untuk tahan terhadap beban yang bekerja sesuai syarat yang telah di atur dalam SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-2847-2013 agar berprilaku daktail, maka akan menjamin gedung yang di rancang tahan terhadap Beban gempa.

Sistem Dinding Geser kantilever merupakan sistem yang efektif dalam perencanaan Struktur yang kaku dan tahan gempa, karena memanfaatkan menambah kekuatan Struktural agar sama - sama menahan beban gempa berdasarkan kekakuan masing-masing struktur.

Portal yang dihitung dan di analisa adalah Tulangan dinding geser tingkat 1 – 13. Dari perencanaan pada laporan skripsi ini saya memproleh hasil diantaranya adalah sebagai berikut :

- Dinding geser sebagai dinding structural direncanakan Panjang 720 cm dan tebal badan 40 cm
- Tulangan pada Dinding Geser tingkat 1-13
- Tulangan vertical atau tulangan longitudinal = 35 D 16
- Tulangan horizontal atau tulangan transversal /sengkang = Ø 12 - 100

- Tulangan horizontal atau tulangan transversal atau sengkang pada sendi plastis dan pada sambungan lewatan tulangan vertical = Ø

12 - 55

5.2. Saran

Dengan kemajuan teknologi komputerisasi saat ini, perencanaan struktur gedung portal dengan konsep daktilitas penuh gempa dinamis 3D, kita dapat menggunakan fasilitas program STAADPRO yang mampu menghasilkan penulangan dan hasil output STAADPRO secara langsung, tetapi tetap memperhatikan peraturan – peraturan yang ada akan lebih efisiensi dan dapat menghemat biaya pelaksanaan pekerjaan

Daftar Pustaka

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



LAMPIRAN