

SKRIPSI

**PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN
BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK
DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN
PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG**



Disusun oleh :

RIZAL ARDIANA

09.21.035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
M A L A N G**

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG
(TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER**

PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG

Disusun dan Diajukan Sebagai salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

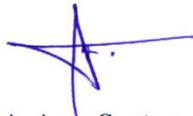
Disusun oleh :

RIZAL ARDIANA

09.21.035

Menyetujui :

Pembimbing I



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Pembimbing II



(Ir. Bambang Wedyantadji MT.)

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Sipil S – 1



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

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

2014

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG
(TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN
GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG
SKRIPSI

Dipertahankan dihadapan dewan penguji ujian skripsi jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari Rabu 21 Agustus 2014
Dan diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :
RIZAL ARDIANA
09.21.035

Disahkan Oleh
Panitia Ujian Skripsi :

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

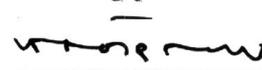
Anggota Penguji :

Penguji I



(Ir. Ester Priskasari, MT)

Penguji II



(Ir. H. Sudirman Indra, Msc)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014

PERNYATAAN KEASLIAN STUDI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZAL ARDIANA
NIM : 09.21.035
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG”

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan



(Rizal Ardiana)

ABSTRAKSI

Rizal ardiana, 09.21.035, 2014. "Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang". Tugas Akhir, Program studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, MT., Dosen Pembimbing II : Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

Kata kunci : Beton, Dinding Geser, Berjenjang

Seiring dengan perkembangan zaman di dalam mendesain bangunan seorang perencana dituntut untuk mendesain bangunan yang kuat terutama dalam menahan gaya lateral.

Sehubungan hal diatas maka dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan dengan penambahan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang (tidak sama) pada gedung 15 lantai tersebut. Dalam perencanaan ini menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah Peraturan Pembebanan Untuk Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1983. Penyusun membahas perencanaan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang (tidak sama) mulai dari proses pembebanan, perhitungan statika dengan menggunakan program bantu STAAD PRO 2004, dan untuk perhitungan penulangan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang dihitung secara manual.

Hasil dari perencanaan dinding geser adalah sebagai berikut :

1. Ketebalan yang dibutuhkan dalam menahan gaya geser yang bekerja adalah sebagai berikut :
 - Lantai 1 sampai lantai 3 dibutuhkan ketebalan : 500 mm
 - Lantai 4 sampai lantai 6 dibutuhkan ketebalan : 470 mm
 - Lantai 7 sampai lantai 9 dibutuhkan ketebalan : 420 mm
 - Lantai 10 sampai lantai 12 dibutuhkan ketebalan : 370 mm
 - Lantai 13 sampai lantai 15 dibutuhkan ketebalan : 320 mm

2. Hasil penulangan

1. Lantai 1 sampai 3

Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 19 - 94.5 dan 8 D 19 - 100 dari elevasi 0 sampai 12 meter. Pada badan dinding geser menggunakan 52 D 19 - 200 dari elevasi 0 sampai 12 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300

2. Lantai 4 sampai 6

Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 16 - 94.5 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300

3. Lantai 7 sampai 9

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

4. Lantai 10 sampai 12

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

5. Lantai 13 sampai 15

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 43.5 sampai 54 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 43.5 sampai 54 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Berkat dan Rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul : **“Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang”** yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil-S1 di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Sehubungan dengan hal tersebut dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-basarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Ir. A. Kustamar, MT, selaku Dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
4. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT. selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
5. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku dosen pembimbing I
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji MT. selaku dosen pembimbing II
7. Ir. Ester Priskasari, MT selaku dosen penguji I
8. Ir. H. Sudirman Indra, MSc selaku dosen penguji II

9. Ketiga Orang tuaku, keluargaku dan kekasihku yang telah membantu memberikan dukungan, doa dan semangat yang tak ternilai hingga dapat menyelesaikan studiku ini.

10. Rekan-rekan lainnya yang telah banyak membantu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan, akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Tinjauan Umum.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Maksud dan Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
2.1 Bangunan Tahan Gempa.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Deskripsi.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Kestabilan gravitasi	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Kestabilan Lateral.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Jenis Bangunan Tahan Gempa	Error! Bookmark not defined.
2.2 Dinding Geser.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Pengertian Dinding Geser Beton Bertulang	Error! Bookmark not defined.

2.2.2 Bentuk Dan Tata Letak Dinding Geser	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Deformasi Diding Geser	Error! Bookmark not defined.
2.3 Konsep perencanaan.....	Error! Bookmark not defined.
Dinding Geser Kantilver Berjenjang	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kinerja Struktur Gedung	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Kinerja Batas Layan	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Kinerja batas ultimit.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Kriteria perecanaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Pembebanan	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Kategori Gedung	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Konfigurasi Gedung.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Sistem struktur.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.5 Arah Beban Gempa	Error! Bookmark not defined.
2.4.6 Aksi dari Beban Gempa	Error! Bookmark not defined.
2.4.7 Perpindahan Pelat.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.8 Deformasi Unelastis (Tak Elastis)	Error! Bookmark not defined.
2.4.9 Koefisien Distribusi Gaya Geser, Nilai D.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.10 Sistem Dinding Struktural (Dinding Geser)	Error! Bookmark not defined.
2.5 Analisis Beban Gempa.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 Faktor Keutamaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 Waktu Getar Alami Fundamental	Error! Bookmark not defined.

2.5.3 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental ...	Error! Bookmark not defined.
2.5.4 Pengaruh $P-\Delta$	Error! Bookmark not defined.
2.5.5 Distribusi Beban Geser Dasar Nominal (V)	Error! Bookmark not defined.
2.5.6 Eksentrisitas Rencana (ed)	Error! Bookmark not defined.
2.5.7 Pengaruh Arah Pembebanan Gempa.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.8 Kompatibilitas Deformasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Persyaratan Pendetailan	Error! Bookmark not defined.
2.6.1. Tulangan Dinding Geser	Error! Bookmark not defined.
2.7 Bagan Alir	Error! Bookmark not defined.
BAB III DATA PERENCANAAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Data-data Perencanaan	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Data Bangunan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Data Pembebanan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Data Beban Mati	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Data Beban Hidup	Error! Bookmark not defined.
3.3 Data Material	Error! Bookmark not defined.
3.4 Data Gambar Struktur	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pembebanan	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Beban Mati.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Beban Hidup.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Beban Tambahan Untuk Plat Atap.....	Error! Bookmark not defined.

3.6 Perhitungan Berat Bangunan	Error! Bookmark not defined.
3.7 Perhitungan Berat Tiap Lantai	Error! Bookmark not defined.
3.8 Mencari Pusat Massa	Error! Bookmark not defined.
3.9 Mencari Pusat Kekakuan.....	Error! Bookmark not defined.
3.10 Mencari Eksentrisitas Rencana (e_d)	Error! Bookmark not defined.
3.11 Memasukkan Spectrume (Beban gempa dinamik) ...	Error! Bookmark not defined.
3.12.1 Perhitungan kekakuan Portal.....	Error! Bookmark not defined.
3.12.2 Perhitungan Kekakuan <i>Shearwall</i>	Error! Bookmark not defined.
3.13 Perbandingan Kekakuan SRPMM (Portal) Dan Dinding Geser (Ds)	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
3.14 Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
3.14.1 Kinerja Batas Layan (Δ_s)	Error! Bookmark not defined.
3.15 Tabel Momen Shearwall	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PENULANGAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 1, 2 ,dan 3	Error! Bookmark not defined.
defined.	
4.2. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 4, 5 ,dan 6	Error! Bookmark not defined.
defined.	
4.3. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 7, 8 ,dan 9	Error! Bookmark not defined.
defined.	

4.4. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 10, 11 ,dan 12	Error! Bookmark not defined.
4.5. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 13, 14 ,dan 15	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gaya Geser gedung	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.1 Efek tipe struktur pada respon kantilever.....	Error! Bookmark not defined.
	defined.
Gambar 2. 2 Perencanaan Dinding Geser	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Pola Lendutan Portal Penahan Momen dan Dinding Geser	Error!
	Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Dinding Geser Berangkai	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Dinding Geser Kantilever	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Bentuk dinding geser.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Tata letak dinding geser	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Konsep permodelan dinding geser berjenjang	Error! Bookmark not defined.
	defined.

Gambar 2. 9 Sistem struktur beton bertulang penahan gempa bumi **Error!**

Bookmark not defined.

Gambar 2. 10 Respon Spektrum Gempa Rencana **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 11 *Diagram Regangan Dinding Geser* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 1 Gedung Tampak Depan.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 2 Gedung Tampak Sampng.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 3 *eksentrisitas teori***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 4 *eksentrisitas rencana*.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 5 Spectrume.....51**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 6 wilayah gempa

.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 7 Spectrum load.....

.....**Error! Bookmark not defined.**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG
(TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER
PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG**

Disusun dan Diajukan Sebagai salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

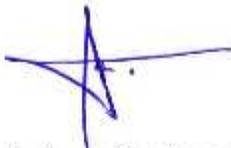
Disusun oleh :

RIZAL ARDIANA

09.21.035

Menyetujui :

Pembimbing I



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Pembimbing II



(Ir. Bambang Wedyantadji MT.)

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Sipil S – 1



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

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

2014

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG
(TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN
GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG
SKRIPSI

Dipertahankan dihadapan dewan penguji ujian skripsi jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari Rabu 21 Agustus 2014
Dan diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :
RIZAL ARDIANA
09.21.035

Disahkan Oleh
Panitia Ujian Skripsi :

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

Anggota Penguji :

Penguji I



(Ir. Ester Priskasari, MT)

Penguji II



(Ir. H. Sudirman Indra, Msc)

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

2014

PERNYATAAN KEASLIAN STUDI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZAL ARDIANA
NIM : 09.21.035
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG”

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan



(Rizal Ardiana)

SKRIPSI

**PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN
BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK
DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN
PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG**



Disusun oleh :

RIZAL ARDIANA

09.21.035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
M A L A N G**

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil

S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

**RIZAL ARDIANA
09.21.035**

Menyetujui :

Dosen pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

(Ir. Bambang Wedyantadji MT.)

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

(Ir. A Agus Santosa, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG SKRIPSI

Dipertahankan dihadapan dewan penguji ujian skripsi jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari Kamis 21 Agustus 2014

Dan diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

RIZAL ARDIANA

09.21.035

Disahkan Oleh

Panitia Ujian Skripsi :

Ketua

Sekretaris

(Ir. A.Agus Santosa, MT)

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST.,MT)

Anggota Penguji :

Penguji I

Penguji II

(Ir. Ester Priskasari, MT)

(Ir. H. Sudirman Indra, Msc)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZAL ARDIANA

NIM : 09.21.035

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN KETEBALAN BERJENJANG (TIDAK SAMA) SESUAI DENGAN BENTUK DIAGRAM TEGANGAN GESER PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG”

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan

(Rizal Ardiana)

ABSTRAKSI

Rizal ardiana, 09.21.035, 2014. "Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang". Tugas Akhir, Program studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, MT., Dosen Pembimbing II : Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

Kata kunci : Beton, Dinding Geser, Berjenjang

Seiring dengan perkembangan zaman di dalam mendesain bangunan seorang perencana dituntut untuk mendesain bangunan yang kuat terutama dalam menahan gaya lateral.

Sehubungan hal diatas maka dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan dengan penambahan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang (tidak sama) pada gedung 15 lantai tersebut. Dalam perencanaan ini menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah Peraturan Pembebanan Untuk Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1983. Penyusun membahas perencanaan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang (tidak sama) mulai dari proses pembebanan, perhitungan statika dengan menggunakan program bantu STAAD PRO 2004, dan untuk perhitungan penulangan dinding geser kantilever dengan ketebalan berjenjang dihitung secara manual.

Hasil dari perencanaan dinding geser adalah sebagai berikut :

1. Ketebalan yang dibutuhkan dalam menahan gaya geser yang bekerja adalah sebagai berikut :
 - Lantai 1 sampai lantai 3 dibutuhkan ketebalan : 500 mm
 - Lantai 4 sampai lantai 6 dibutuhkan ketebalan : 470 mm
 - Lantai 7 sampai lantai 9 dibutuhkan ketebalan : 420 mm
 - Lantai 10 sampai lantai 12 dibutuhkan ketebalan : 370 mm
 - Lantai 13 sampai lantai 15 dibutuhkan ketebalan : 320 mm

2. Hasil penulangan

1. Lantai 1 sampai 3

Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 19 - 94.5 dan 8 D 19 - 100 dari elevasi 0 sampai 12 meter. Pada badan dinding geser menggunakan 52 D 19 - 200 dari elevasi 0 sampai 12 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300

2. Lantai 4 sampai 6

Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 16 - 94.5 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300

3. Lantai 7 sampai 9

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

4. Lantai 10 sampai 12

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

5. Lantai 13 sampai 15

Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 43.5 sampai 54 meter. Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 43.5 sampai 54 meter. untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Berkat dan Rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul : **“Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang”** yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil-S1 di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Sehubungan dengan hal tersebut dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-basarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Ir. A. Kustamar, MT, selaku Dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
4. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT. selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
5. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku dosen pembimbing I
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji MT. selaku dosen pembimbing II
7. Ir. Ester Priskasari, MT selaku dosen penguji I
8. Ir. H. Sudirman Indra, MSc selaku dosen penguji II

9. Ketiga Orang tuaku, keluargaku dan kekasihku yang telah membantu memberikan dukungan, doa dan semangat yang tak ternilai hingga dapat menyelesaikan studiku ini.

10. Rekan-rekan lainnya yang telah banyak membantu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan, akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Tinjauan Umum.....	1
1.2 Latar Belakang.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Maksud dan Tujuan.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
2.1 Bangunan Tahan Gempa.....	6
2.1.1 Deskripsi.....	6
2.1.2 Kestabilan gravitasi	7
2.1.3 Kestabilan Lateral.....	8
2.1.4 Jenis Bangunan Tahan Gempa	9
2.2 Dinding Geser.....	11
2.2.1 Pengertian Dinding Geser Beton Bertulang.....	11

2.2.2 Bentuk Dan Tata Letak Dinding Geser	15
2.2.3 Deformasi Diding Geser	17
2.3 Konsep perencanaan.....	17
Dinding Geser Kantilver Berjenjang	18
2.3 Kinerja Struktur Gedung	19
2.3.1. Kinerja Batas Layan	19
2.3.2. Kinerja batas ultimit.....	20
2.4 Kriteria perecanaan.....	21
2.4.1 Pembebanan	21
2.4.2 Kategori Gedung	22
2.4.3 Konfigurasi Gedung.....	23
2.4.4 Sistem struktur.....	23
2.4.5 Arah Beban Gempa	24
2.4.6 Aksi dari Beban Gempa	24
2.4.7 Perpindahan Pelat.....	25
2.4.8 Deformasi Unelastis (Tak Elastis)	25
2.4.9 Koefisien Distribusi Gaya Geser, Nilai D.....	25
2.4.10 Sistem Dinding Struktural (Dinding Geser)	26
2.5 Analisis Beban Gempa.....	27
2.5.1 Faktor Keutamaan.....	27
2.5.2 Waktu Getar Alami Fundamental	28

2.5.3 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental	29
2.5.4 Pengaruh P- Δ	30
2.5.5 Distribusi Beban Geser Dasar Nominal (V)	30
2.5.6 Eksentrisitas Rencana (ed)	30
2.5.7 Pengaruh Arah Pembebanan Gempa.....	31
2.5.8 Kompatibilitas Deformasi.....	32
2.6 Persyaratan Pendetailan	32
2.6.1. Tulangan Dinding Geser	33
2.7 Bagan Alir	39
BAB III DATA PERENCANAAN	40
3.1 Data-data Perencanaan	40
3.1.1 Data Bangunan.....	40
3.2 Data Pembebanan.....	40
3.2.1 Data Beban Mati	40
2.1.1 Data Beban Hidup	41
3.3 Data Material	41
3.4 Data Gambar Struktur	42
3.5 Pembebanan	47
3.5.1 Beban Mati.....	47
3.5.2 Beban Hidup.....	47
3.5.3 Beban Tambahan Untuk Plat Atap.....	47

3.6 Perhitungan Berat Bangunan	48
3.7 Perhitungan Berat Tiap Lantai	48
3.8 Mencari Pusat Massa	49
3.9 Mencari Pusat Kekakuan.....	50
3.10 Mencari Eksentrisitas Rencana (e_d)	51
3.11 Memasukkan Spectrume (Beban gempa dinamik)	55
3.12.1 Perhitungan kekakuan Portal.....	57
3.12.2 Perhitungan Kekakuan <i>Shearwall</i>	58
3.13 Perbandingan Kekakuan SRPMM (Portal) Dan Dinding Geser (Ds)	60
3.14 Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)	67
3.14.1 Kinerja Batas Layan (Δ_s)	67
3.15 Tabel Momen Shearwall	70
BAB IV PENULANGAN.....	75
4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 1, 2 ,dan 3.....	75
4.2. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 4, 5 ,dan 6.....	94
4.3. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 7, 8 ,dan 9.....	113
4.4. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 10, 11 ,dan 12.....	132
4.5. Perhitungan Penulangan Dinding Geser Lantai 13, 14 ,dan 15.....	151
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	169
5.1 Kesimpulan.....	169
5.2 Saran	171

DAFTAR PUSTAKA	173
LAMPIRAN	175

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gaya Geser gedung	3
Gambar 2.1 Efek tipe struktur pada respon kantilever.....	7
Gambar 2. 2 Perencanaan Dinding Geser	9
Gambar 2. 3 Pola Lentutan Portal Penahan Momen dan Dinding Geser.....	12
Gambar 2. 4 Dinding Geser Berangkai	15
Gambar 2. 5 Dinding Geser Kantilever	15
Gambar 2. 6 Bentuk dinding geser.....	16
Gambar 2. 7 Tata letak dinding geser	16
Gambar 2. 8 Konsep permodelan dinding geser berjenjang.....	19
Gambar 2. 9 Sistem struktur beton bertulang penahan gempa bumi	24
Gambar 2. 10 Respon Spektrum Gempa Rencana.....	27
Gambar 2. 11 <i>Diagram Regangan Dinding Geser</i>	33
Gambar 3. 1 Gedung Tampak Depan.....	42
Gambar 3. 2 Gedung Tampak Sampng.....	42
Gambar 3. 3 <i>eksentrisitas teori</i>	51
Gambar 3. 4 <i>eksentrisitas rencana</i>	54
Gambar 3. 5 Spectrume.....	51
Gambar 3. 6 wilayah gempa	
.....	56

Gambar 3. 7 Spectrum load.....

56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Umum

Perkembangan teknologi perencanaan bangunan gedung tahan gempa terus mengalami perubahan. Perubahan-perubahan itu akan mempunyai efek yang signifikan pada desain dan pendetailan komponen-komponen struktur terutama yang terletak pada wilayah gempa yang beresiko tinggi. Hal ini perlu diamati dan ditindak lanjuti oleh para sarjana teknik sipil dengan kajian-kajian yang lebih mendalam. Teknologi struktur bangunan akan dapat mencerminkan seberapa jauh konsep yang telah dikuasai para sarjana Teknik Sipil terutama di Indonesia.

Teknologi struktur bangunan memerlukan suatu ketentuan - ketentuan yang harus nantinya akan dibatasi kelayakan bangunan tersebut. Struktur bangunan harus memiliki adaptasi kelayakan dari semua aspek yang berhubungan dengan kualitas bangunan tersebut seperti keamanan, kenyamanan, ekonomis dan nilai keindahan (estetika) sehingga diperlukan suatu teknologi struktur bangunan yang dapat menjangkau aspek-aspek tersebut.

Prosedur pembangunan pekerjaan stuktur beton harus direncanakan dengan cermat sebelum dimulai pelaksanaannya guna mencapai keseimbangan yang baik antara tingkat kekuatan struktur yang hendak dicapai dengan biaya yang harus dikeluarkan dalam rangka memenuhi persyaratan teknis pekerjaan (bestek) yang telah ditetapkan, maka dari itu prinsip-prinsip dasar pelaksanaan pekerjaan beton harus diterapkan dengan baik dilapangan.

Konsep perencanaan dapat menjamin struktur tidak runtuh walaupun menerima energi gaya gempa melebihi kekuatan strukturnya. Suatu pembebanan

gempa maksimum yang sekian kali lebih besar dari beban rencana yang dapat dipakai sebagai faktor keamanan sehingga pada saat terjadi beban gempa maksimum didapat desain yang memenuhi standar gedung tahan gempa dan memenuhi konsep perencanaan.

1.2 Latar Belakang

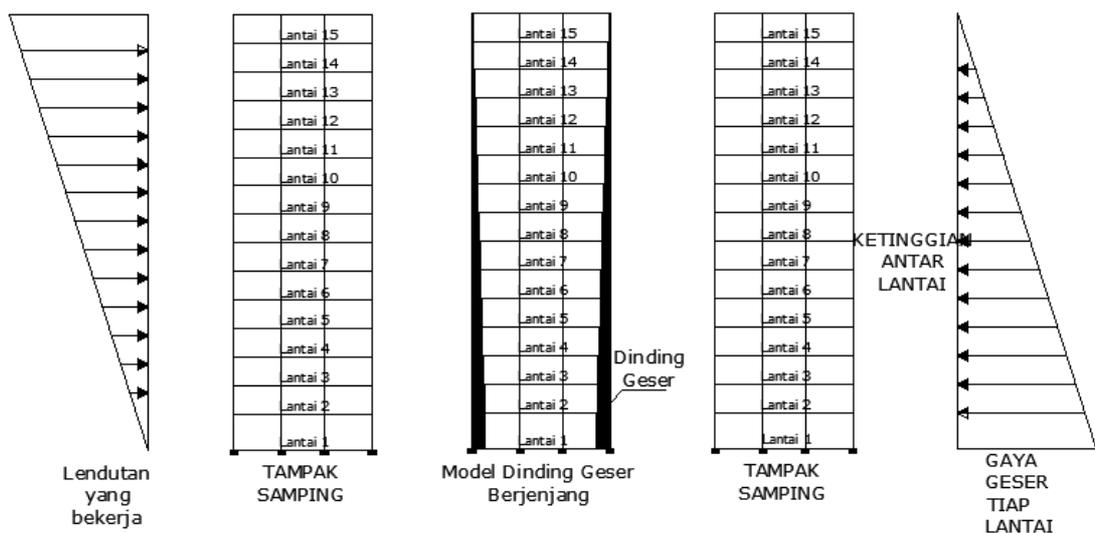
Negara Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang terus menerus meningkatkan hasil yang maksimal. Didalam kemajuan teknologi yang disertai semakin meningkatnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun, maka kebutuhan manusia adalah keinginan manusia untuk memperoleh kesehatan dan keselamatan, dimana pelayanan peningkatan mutu standart semakin penting untuk dilaksanakan.

Semakin pesatnya tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahunnya otomatis juga diikuti semakin berkurangnya lahan untuk pembangunan gedung terutama yang terdapat dikota-kota besar, maka untuk mengurangi penggunaan lahan tersebut dibangun gedung bertingkat. Dalam membangun gedung bertingkat diperlukan pengetahuan dan perencanaan struktur yang tahan terhadap beban gravitasi dan beban gempa, sehingga dalam merencanakan gedung-gedung bertingkat itu hendaknya direncanakan agar dapat menahan beban gempa lateral.

Wilayah Indonesia mencakup daerah-daerah yang mempunyai tingkat resiko gempa yang tinggi diantara beberapa daerah gempa keseluruhan. Berdasarkan peraturan perencanaan bangunan tahan gempa Indonesia, maka suatu struktur bangunan harus tahan gempa tanpa mengalami keruntuhan struktur.

Struktur penahan gempa yang kita kenal adalah struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK) atau struktur rangka pemikul momen menengah

(SRPMM) dan gabungan antara portal dengan dinding geser (sistem ganda). Struktur portal sebagai penahan gempa tidak efisien untuk membatasi defleksi lateral akibat gaya gempa, karena dimensi portal (balok dan kolom) akan bertambah besar jika kita merencanakan gedung bertingkat banyak. Dinding geser sebagai dinding struktural sangat efektif dalam memikul gaya lateral dan membatasi defleksi lateral, karena kekuatan dinding geser dapat mengontrol simpangan horizontal yang terjadi serta dapat mengontrol stabilitas struktur secara keseluruhan. Disamping itu, dinding geser dapat mereduksi jumlah dan jarak penulangan pada kolom dan balok. Pada kesempatan kali ini penulis akan merencanakan dinding geser kantilever berjenjang (*tiered shear wall*) karena distribusi gaya horizontal (gaya geser) gempa tidak sama di sepanjang sumbu global Y, maka secara teoritis tidak diperlukan ketebalan dinding geser yang sama tebal pada setiap lantai maka mencoba ketebalan dinding geser yang berbeda atau berjenjang pada masing-masing lantai.



Gambar 1. 1 Gaya Geser gedung

Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang ini, terletak di wilayah gempa IV dengan bentuk denah memanjang sehingga jika terjadi gempa dari arah sumbu lemah maka kurang efektif jika hanya mengandalkan kolom saja dan juga pada gedung tersebut tidak terdapat dinding geser. Begitupun dengan penempatan kolom-kolom yang tidak simetris antara sisi kanan dan sisi kirinya, yang lebih rapat sisi kirinya dan jarak antar kolomnya tidak kuat, sedangkan untuk sisi kanan jarak antar kolom sama. Dengan kondisi itu akan mengakibatkan pusat kekakuan dengan pusat massa yang berbeda atau terjadi eksentrisitas.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan yang ada pada perencanaan struktur tahan gempa menggunakan dinding geser kantilever berjenjang (*tiered shear wall*) sesuai dengan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 pada proyek Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa tebal dinding geser pada masing-masing lantai (*tiered shear wall*) yang diperlukan untuk menahan gaya geser yang bekerja di setiap lantai?
2. Bagaimana analisis dan gambar penulangan pada dinding geser kantilever berjenjang?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui tebal dinding geser pada masing-masing lantai yang paling efektif dalam menahan gaya gempa yang terjadi.

2. Untuk mengetahui analisis dan gambar penulangan sesuai peraturan beton yang digunakan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mempersempit ruang lingkup pembahasan, maka penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Tebal dinding geser pada masing-masing lantai sesuai gaya yang bekerja geser yang bekerja pada setiap lantai.
2. Analisis penulangan dinding geser dan gambar pendetailan penulangan.

BAB II

DASAR DASAR PERENCANAAN

2.1 Bangunan Tahan Gempa

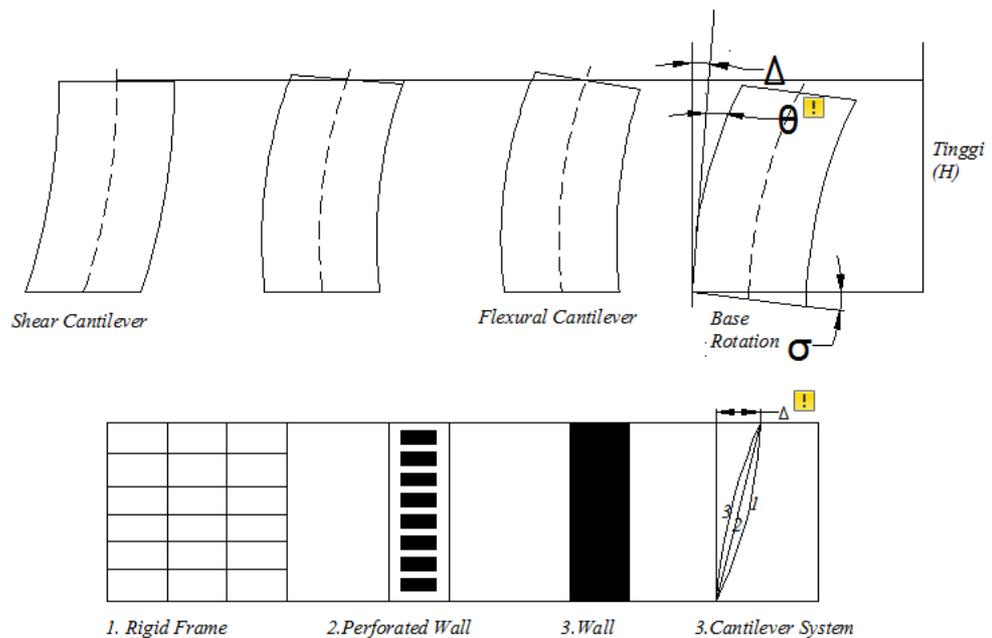
2.1.1 Deskripsi

Suatu gedung dikatakan tinggi jika pada analisis struktur dan desainya dipengaruhi oleh beban lateral yang menyebabkan goyangan pada bangunan. Goyangan adalah besarnya perpindahan lateral bagian atas bangunan. Pada desain bangunan tinggi, sistem struktural harus mempertimbangkan persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Persyaratan kekuatan adalah faktor dominan dalam desain struktur rendah. Sedangkan untuk bangunan tinggi, persyaratan kekakuan dan stabilitas menjadi lebih penting dan lebih dominan dalam desain. (Taranath, 1998)

Tinggi atau rendahnya suatu bangunan berkaitan erat dengan masalah sistem pembebanan lateral. Makin tinggi suatu bangunan, maka sistem pembebanan lateral yang berupa beban angin dan beban gempa akan semakin besar. Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, masalah yang timbul adalah kemampuan dari struktur tersebut sebagai suatu kesatuan sistem (*building system*) untuk menahan beban gempa. (Jimmy S. Juwana, 2005)

Bangunan tinggi seperti pada gambar 2.1 merespon beban lateral sebagai *flexural cantilever* yang mana struktur terdiri dari portal dengan dinding geser atau pengaku. Umumnya sistem ini dikontrol melalui rotasi karena telah mempunyai kekakuan terhadap geser yang tinggi yang disediakan oleh dinding masif atau gaya aksial batang diagonal sehingga perpindahan akibat geser dapat diabaikan. Di lain pihak, bangunan tinggi dapat bertindak sebagai *shear*

cantilever ketika strukturnya merupakan portal kaku dengan gaya geser ditahan oleh balok dan kolom. Dalam hal ini, efek rotasi misalnya perpendekan aksial dan perpanjangan kolom dapat diabaikan pada perencanaan awal. Kombinasi kedua sistem tersebut, yaitu portal kaku dengan batang diagonal dapat menghasilkan defleksi berbentuk kurva S dengan tipe struktur portal kaku (*shear cantilever*) berada di atas struktur *flexural cantilever*. Sistem tersebut berlaku pada bangunan tinggi yang mana dinding geser atau pengaku cukup langsing. (Schueller, 1991)



Gambar 2.1 Efek tipe struktur pada respon kantilever.
(Sumber : Schueller, 1991)

Kestabilan pembebanan Sistem Rangka Gedung dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

2.1.2 Kestabilan gravitasi

Ditahan oleh rangka ruang berupa balok dan kolom. Rangka ruang didisain untuk memikul beban gravitasi secara lengkap, yang berarti bahwa rangka ruang yang terdiri dari balok dan kolom tidak boleh runtuh akibat

perubahan bentuk lateral inelastis oleh beban gempa rencana. Sedangkan untuk pemikul beban lateral atau geser didistribusikan pada dinding struktural (DS) beserta balok perangkainya. Walaupun dinding struktural direncanakan untuk memikul seluruh beban lateral, rangka ruang harus tetap diperhitungkan terhadap efek simpangan lateral dinding struktural oleh beban lateral. Mengingat struktur rangka tiap lantai menyatu dengan dinding struktural melalui lantai dan balok perangkai. Efek ini dinamakan “syarat kompatibilitas deformasi”. (*Rachmat Purwono, 2005: hal 24*)

2.1.3 Kestabilan Lateral

Sistem struktural utama yang menahan beban lateral dapat dibagi menjadi 2 subsistem, yaitu:

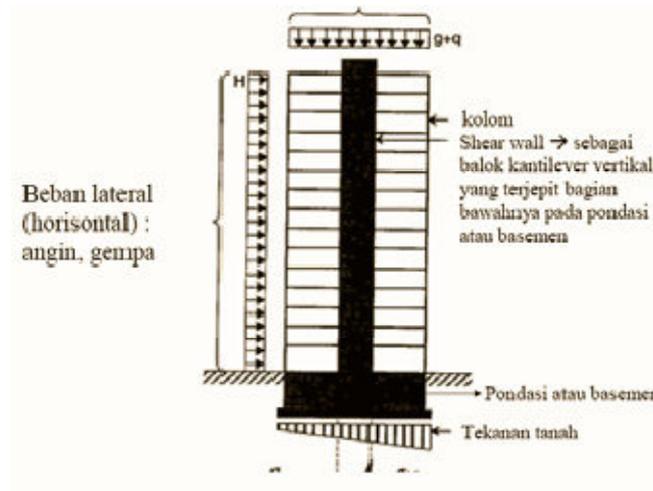
(a) Subsistem horisontal

Yaitu oleh plat lantai sebagai diafragma kaku yang menahan gaya lateral akibat beban lateral akibat angin atau gempa dan menyalurkan gaya-gaya ini ke sistem vertikal yang kemudian meneruskannya ke dalam tanah.

(b) Subsistem vertikal

Berupa dinding geser, pengekang silang, ataupun rangka kaku. Beban lateral disalurkan ke sistem pendukung gaya lateral (dinding geser) melalui plat lantai. Secara struktural dinding geser dapat dianggap sebagai balok lentur kantilever vertikal yang terjepit bagian bawahnya pada pondasi atau basemen. Oleh karena itu, dinding geser selain menahan geser juga menahan lentur. Panjang dinding horisontal dinding geser biasanya 3-6 meter, dengan ketebalan kurang lebih 30 cm tetapi penulis akan merencanakan dengan ketebalan berjenjang sesuai dengan gaya geser yang bekerja pada setiap lantai. Dengan ketebalan

yang berbeda ini maka dinding geser ini bersifatnya kaku, sehingga deformasi atau lendutan horisontalnya kecil. (Sumber : Paper ITS)



Gambar 2. 2 Perencanaan Dinding Geser
(Sumber : Paper ITS)

2.1.4 Jenis Bangunan Tahan Gempa

Filosofi perencanaan bangunan tahan gempa yang diadopsi hampir seluruh negara di dunia mengikuti ketentuan berikut ini:

- a) pada gempa ringan bangunan tidak boleh mengalami kerusakan
- b) pada gempa menengah komponen struktural (kolom dan balok retak) tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural (dinding retak, genteng dan langit-lagit jatu kaca pecah) diijinkan mengalami kerusakan
- c) pada gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan. (Daniel Rumbi Teruna, 2007), artinya sebelum bangunan runtuh masih cukup waktu bagi penghuni bangunan untuk menyelamatkan diri.

Tujuan dari struktur gedung yang ketahanan gempanya direncanakan dapat berfungsi sebagai berikut (*SNI 03-1726-2006 pasal 1.3*) :

- a) menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh runtuhnya gedung akibat gempa yang kuat
- b) membatasi kerusakan gedung akibat gempa ringan sampai sedang, sehingga masih dapat diperbaiki
- c) membatasi ketidaknyamanan penghunian bagi penghuni gedung ketika terjadi gempa ringan sampai sedang
- d) mempertahankan setiap saat layanan vital dari fungsi gedung.

Terdapat tujuh sistem dan subsistem struktur gedung penahan gempa yaitu sebagai berikut (*SNI 03-1726-2002 tabel 3*) :

- a) Sistem dinding penumpu

Sistem dinding penumpu adalah sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing.

- b) Sistem rangka gedung

Sistem rangka gedung adalah sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing.

- c) Sistem rangka pemikul momen

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.

d) Sistem ganda

sistem ganda memiliki dua sistem utama yaitu sistem rangka pemikul momen dan dinding geser atau rangka pengaku.

e) Sistem struktur gedung kolom kantilever

Sistem struktur gedung kolom kantilever adalah Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral.

f) Sistem interaksi dinding geser dengan rangka

g) Subsistem tunggal

subsistem tunggal adalah subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan

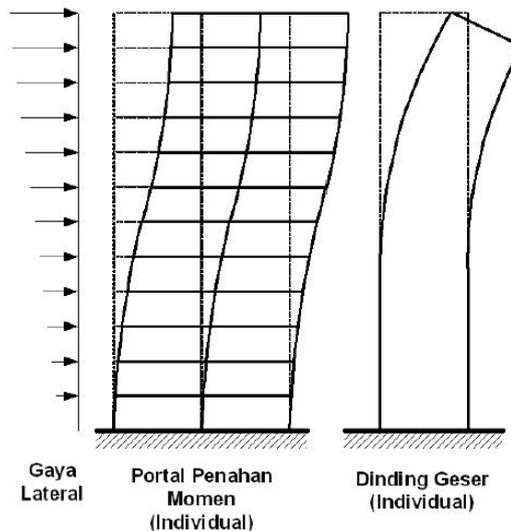
2.2 Dinding Geser

2.2.1 Pengertian Dinding Geser Beton Bertulang

Dinding geser membentang pada seluruh jarak vertikal antar lantai. Jika dinding ditempatkan secara hati-hati dan simetris dalam perencanaannya, dinding geser sangat efisien dalam menahan beban vertikal maupun lateral dan tidak mengganggu persyaratan arsitektur. Dinding geser dapat digunakan untuk menahan gaya lateral saja maupun sebagai dinding pendukung. Dinding geser juga dapat digunakan untuk ruang lift, tangga dan mungkin toilet. Selain itu, ada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik.

Pada bangunan tinggi sering digunakan gabungan antara portal penahan momen dengan dinding geser, terutama pada bangunan tinggi yang dibangun di daerah yang terkena pengaruh gempa bumi. Penggabungan antara portal dan

dinding geser, terutama adalah pada bangunan tinggi dengan struktur beton. Hal ini dapat memberikan hasil yang baik untuk memperoleh kekenyalan/daktilitas (*ductility*) dan kekakuan sistem struktur.



Gambar 2. 3 Pola Lendutan Portal Penahan Momen dan Dinding Geser (Juwana, 2005)

Struktur bangunan dengan dinding geser merupakan salah satu konsep penyelesaian masalah gempa dalam bidang Teknik Sipil. Berdasarkan Standar Perencanaan Gempa untuk Struktur Gedung SNI 03-1726-2002, dinding geser beton bertulang kantilever merupakan suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana (dengan perioda ulang 500 tahun, probabilitas 10% pada umur gedung 50 tahun), yang runtuhnya disebabkan oleh momen lentur (bukan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendi plastis pada kakinya, dimana nilai momen lelehnya dapat mengalami peningkatan terbatas akibat pengerasan tegangan. Dengan kata lain dinding geser dapat didefinisikan sebagai suatu sub-struktur yang membantu stuktur utama menahan gaya geser yang besar akibat pengaruh

gempa yang direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat runtuh akibat terjadinya sendi plastis pada kakinya dan bukan akibat gaya geser.

Adapun dalam penentuan dimensi dari dinding geser ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, dimana salah satunya adalah bahwa rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 2 dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 1,5 meter. Pemasangan dinding geser pada struktur utama sebaiknya simetris. Hal ini dilakukan karena apabila pemasangan dinding geser tidak simetris, maka efek yang dapat ditimbulkan adalah terjadinya mode rotasi pada mode-mode awal struktur yang berbahaya bagi keamanan dan kenyamanan pengguna gedung. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser adalah bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser. Hal ini disebabkan karena fungsi utama dari dinding geser adalah untuk menahan gaya geser yang besar akibat gempa, sehingga apabila dinding geser tersebut runtuh akibat gaya geser itu sendiri, maka otomatis keseluruhan struktur akan runtuh karena tidak ada lagi yang dapat menahan gaya geser tersebut. Dinding geser hanya boleh runtuh akibat adanya momen plastis yang menyebabkan timbulnya sendi plastis pada bagian kakinya. Penempatan dinding geser dilakukan sedapat mungkin pusat massa dan pusat kekakuan dinding berimpit, sehingga diharapkan tidak ada gaya torsi pada saat gempa bekerja.

Gaya horizontal yang bekerja pada konstruksi gedung konstruksi gedung seperti misalnya gaya-gaya yang disebabkan beban angin taupun beban gempa, dapat diatasi dengan berbagai cara. Dalam berbagai cara, daya pikul rangka kaku dari struktur ditambah dengan kekuatan yang diberikan oleh dinding

pasangan bata serta partisi-partisi yang biasa dapat memikul beban angin. Namun demikian apabila gaya horizontal pada tiap elemen struktur gedung bertingkat yang bekerja karena suatu lubang atau lorng vertikal yang khusus menahan beban lateral tersebut, selanjutnya dinding geser berfungsi sebagai gelagar-gelagar kantilever yang terjepit didasarnya untuk menyalurkan beban-beban kebawah hingga pondasi.

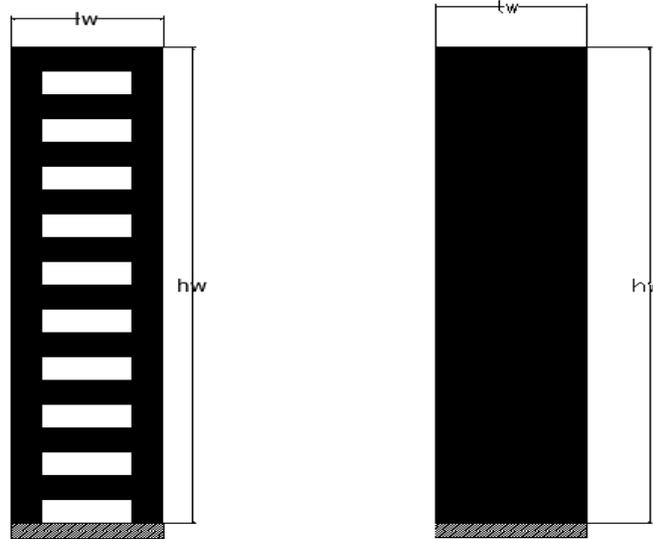
Dinding geser adalah unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan. Dinding geser dapat sebagai dinding luar, dalam ataupun inti yang memuat ruang lift atau tangga. Penempatannya yang tepat pada gedung bertingkat tahan gempa yang kurang dari 20 lantai penerapan struktur ini merupakan suatu alternatif sedang untuk gedung yang terdiri dari 20 lantai dan selebihnya struktur dinding geser sudah 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 shearwall).

Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur 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 (gambar 2.3).

b) **Dinding geser kantilever (free standing shearwall).**

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas (gambar 2.4).



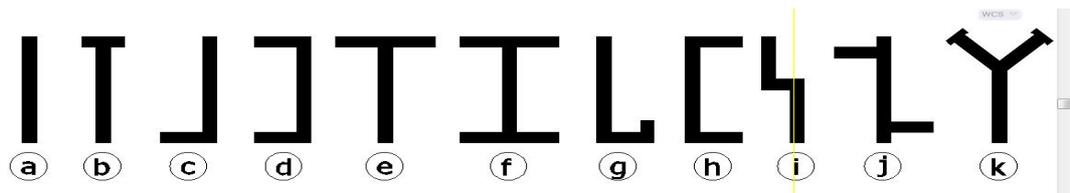
Gambar 2. 4 Dinding Geser Berangkai Gambar 2. 5 Dinding Geser Kantilever
(Sumber gambar : *Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, T. paulay and M.J.N. Priestley hal 373)

2.2.2 Bentuk Dan Tata Letak Dinding Geser

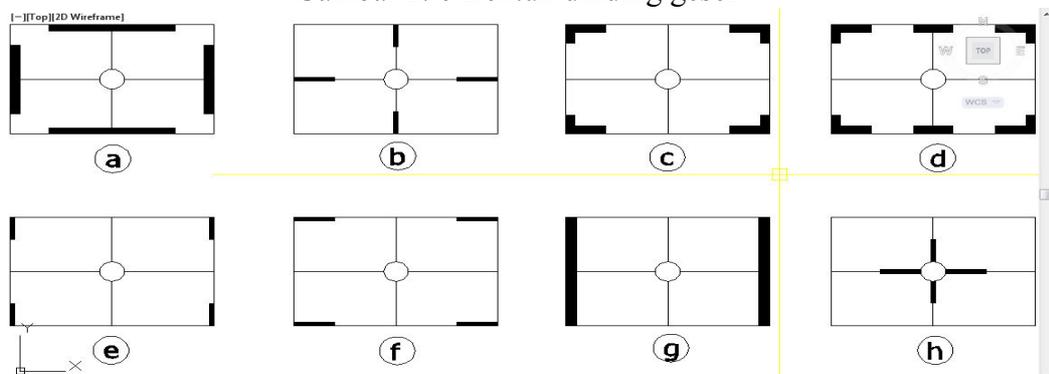
Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi sistem terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsure linear tunggal atau gabungan unsure yang tidak lengkap, melingkupi ruang asimetris. Contohnya L,X,T,V,Y atau H. Sedang sistem tertutup melingkupi ruang geometris, bentuk-bentuk yang sering di jumpai adalah bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku

structural apabila dibebani secara lateral. Dinding geser yang diletakkan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memikul torsi selain lentur dan geser langsung.

Bentuk dan susunan dinding geser



Gambar 2. 6 Bentuk dinding geser



Gambar 2. 7 Tata letak dinding geser

(*Seismic design Of reinforced Concrete and Masonry Buildings, T pauly and M.J.N Priestley hal 365 dan 368*)

Dimana :

Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Center of Rigidity) atau pusat kekakuan.

- a) Garis yang tebal menunjukkan dinding geser
- b) Garis yang tipis menunjukkan garis denah gedung

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

- a) Kekakuan penampang : $E_{(Modulus\ Elastisitas)} \times I_{(inersia)}$

b) Kekakuan batang, Balok atau kolom = $\frac{E x I}{L}$

Dimana : E = 200 x 10³ Mpa (SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

$$I = 1/12 x b x h^3$$

2.2.3 Deformasi Diding Geser

Deformasi dinding geser menyerupai deformasi balok yang tegak lurus tanah.

Deformasi dinding geser bertingkat banyak dapat dibedakan atas :

- a) Deformasi lentur
- b) Deformasi geser
- c) Deformasi akibat rotasi

Diantara ketiga jenis deformasi ini, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi merupakan yang terbesar pada gedung bertingkat banyak. Karakteristik lendutan dinding berbeda jauh dengan karakteristik lendutan portal, dan lendutan dinding terutama dipengaruhi oleh deformasi tipe geser. Perpindahan relative tingkat-tingkat atas suatu dinding geser jauh lebih besar daripada tingkat bawah sedang perpindahan relative tingkat-tingkat atas dan bawah pada portal hamper sama. (*sumber : analisis perancangan gedung tahan gempa, kiyoshi muto halaman 153*)

2.3 Konsep perencanaan

Pada perencanaan struktur dengan menggunakan metode kekuatan (*Strength design method*), yang terlebih dahulu dinamakan *ultimate strength method*, beban kerja dinaikkan secukupnya dengan beberapa faktor reduksi untuk mendapatkan beban dengan keruntuhan yang dinyatakan "telah

diambang pintu" atau biasa dinamakan beban terfaktor (*factored load*). Struktur atau unsurnya diproporsikan sedemikian sehingga mencapai kekuatan ini memperhitungkan sifat hubungan yang tidak linear antara tegangan dan regangan dari beton. (*Wang dan Salmon, 1994*)

Metode kekuatan dapat dinyatakan sebagai kekuatan yang tersedia lebih dari pada kekuatan yang diperlukan untuk memikul beban terfaktor, yaitu "kekuatan yang tersedia" (seperti kekuatan momen) dihitung sesuai dengan peraturan pemisalan ditetapkan oleh suatu peraturan bangunan, sedangkan "kekuatan yang diperlukan" adalah kekuatan yang dihitung dengan menggunakan suatu analisis struktur untuk beban terfaktor. (*Wang dan Salmon, 1994*)

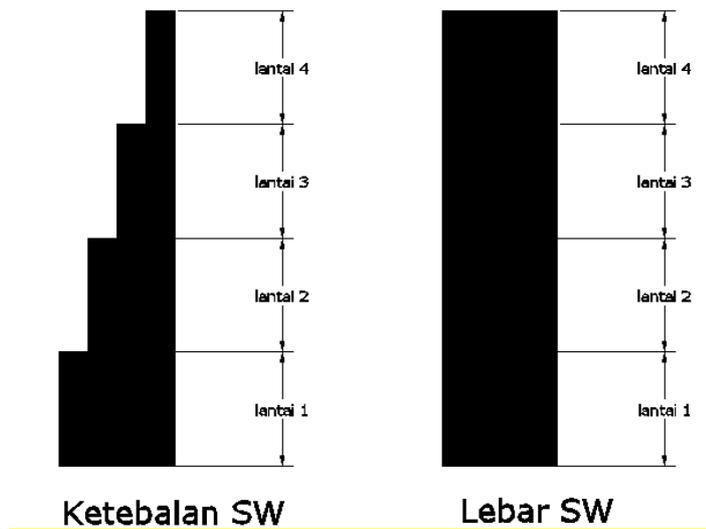
Kekuatan yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor yang paling tidak harus sama dengan perhitungan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang diatur dalam SNI 03-2847-2002 pasal 11.2 butir 1 sampai dengan butir 9. (*Rachmat Purwono, 2005*)

2.3.1 Dinding Geser Kantilver Berjenjang

Dinding geser berjenjang kantilver merupakan bagian dari dinding kantilver yang dinding gesernya tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan namun karena gaya geser yang bekerja pada setiap lantai berbeda sehingga bila direncanakan dengan dinding geser yang sama tebal akan kurang efektif dalam menahan deformasi yang terjadi saat terjadi gempa berlangsung hanya saja ketebalan diperhitungkan sesuai gaya geser yang bekerja pada masing-masing lantai sehingga dapat mengurangi deformasi yang terjadi.

Tabel 2. 1 Adapun kelebihan dan kekurangan dari dinding geser berjenjang

No	Pembandingan	Dinding geser berjenjang	Dinding geser biasa
1	Deformasi	Kecil karena ketebalan yang berbeda mengakibatkan pemusatan massa yang lebih kecil (lebih ringan) yang mengakibatkan deformasi lateral yang lebih kecil	Karena ketebalan yang sama antar lantai akan menimbulkan deformasi tetapi masih dalam faktor yang aman
2	Kekakuan	lentur	kaku
3		Volume penggunaan beton lebih kecil	Volume penggunaan beton lebih sedikit



Gambar 2. 8 Konsep permodelan dinding geser berjenjang

2.3 Kinerja Struktur Gedung

2.3.1. Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh Gempa Rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya

pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh Gempa Nominal yang telah dibagi Faktor Skala.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui $0,03/R$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil. (*SNI 03-1726-2002 Pasal 8.1*)

2.3.2. Kinerja batas ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar-gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela delatasi). Sesuai Pasal 4.3.3 simpangan dan simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali ξ sebagai berikut :

- a). untuk struktur gedung beraturan $\xi = 0,7 R$
- b). untuk struktur gedung tidak beraturan $\xi = 0,7R/\text{faktor skala}$

2.4 Kriteria perencanaan

2.4.1 Pembebanan

a) Beban Mati

Pada prinsipnya pembebanan yang akan diperhitungkan oleh berat sendiri struktur yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian mesin-mesin serta perataan yang merupakan bagian yang sifatnya tidak terpisahkan oleh gedung.

Beban mati untuk gedung diatur dalam bab 2 PPIUG 1983

b) Beban Hidup

Mencangkup semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung. Untuk penggunaan gedung secara umum, beban hidup bekerja pada lantai dan atap gedung. Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut tabel 3.1 PPIUG 1983. Beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuaikan dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan. sedangkan pada lantai bangunan, beban hidup termasuk beban air hujan (sesuai dengan kemiringan atap) dan struktur *canopy* serta landasan helikopter (bila ada). Beban Hidup untuk gedung diatur dalam bab 3 PPIUG 1983

c) Beban Gempa

Mencangkup semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut. dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisis dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini tanah akibat beban gempa tersebut.

Beban gempa untuk gedung diatur dalam SNI 03-1726-2002. perencanaan suatu struktur harus memperhatikan pengaruh dari aksi sebagai akibat beban-beban gempa yang bekerja pada struktur, seperti beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban-beban khusus lainnya.

d) Kombinasi

Berdasarkan beban-beban tersebut maka struktur beton bertulang harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan berikut ini :

$$U = 1,4 D$$

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

$$U = 0,9 \pm 1,0 E$$

Keterangan :

D : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen

L : beban hidup yang ditimbulkan oleh pengguna gedung

E : Beban Gempa *(SNI-03-2847-2002 pasal 11.2)*

2.4.2 Kategori Gedung

Pada setiap perencanaan gedung perlu dilakukan pengelompokan kategori gedung yang diatur sesuai dengan pola pemakaian dan usia bangunan. kategori gedung diatur menjadi lima jenis sesuai dengan tabel 1 SNI 03-1726-2002. Setelah mengetahui jenis kategori gedung, maka dapat ditentukan faktor keutamaan (I) untuk perhitungan beban gempa nominal. (Rachmat Purwono, 2005)

2.4.3 Konfigurasi Gedung

Bentuk struktur gedung sangat bervariasi. konfigurasi gedung menentukan kinerja gedung atau respon pada saat mengalami gempa rencana. SNI 03-1726-2002 mengatur kelompok konfigurasi menjadi dua bagian yaitu gedung beraturan dan gedung tidak beraturan. gedung yang beraturan diatur dalam SNI 03-1726-2002 pasal 4.2.1 dengan menyesuaikan bangunan pada sembilan tipe struktur gedung yang ada di dalamnya. selain dari sembilan tipe struktur yang diatur maka dianggap struktur bangunan gedung adalah gedung tak beraturan.

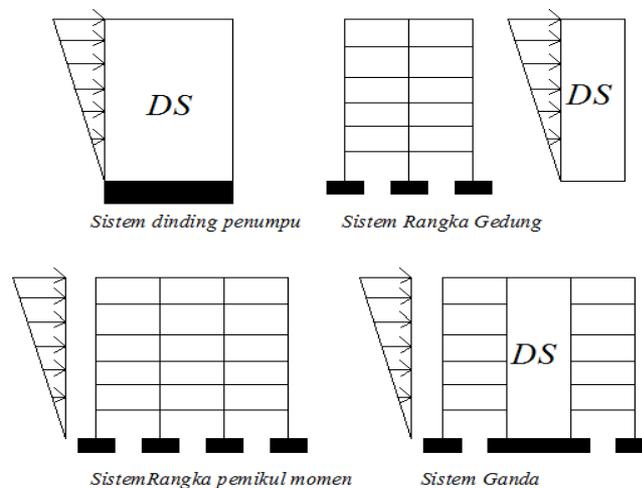
Konfigurasi struktur (beraturan atau tidak beraturan) menentukan analisis respon gempa struktur bangunan gedung. Hal ini diatur dalam SNI 03-1726-2002 pasal 4.2. struktur gedung beraturan dapat dianalisis respon gempanya dengan cara beban statis ekuivalen. Sedangkan pada struktur gedung tidak beraturan dilakukan analisis dinamis. (*Rachmat Purwono, 2005*)

2.4.4 Sistem struktur

Pada dasarnya setiap struktur pada suatu bangunan merupakan penggabungan sebagai elemen struktur secara tiga dimensi. Fungsi utama dari sistem struktur adalah untuk memikul secara aman dan efektif beban yang bekerja pada bangunan, serta menyalurkannya ke tanah melalui pondasi. Beban yang bekerja pada bangunan terdiri dari beban vertikal, horizontal, perbedaan temperatur, getaran, dan sebagainya. Dalam berbagai sistem struktur, baik yang menggunakan beton bertulang, baja, maupun komposit, selalu ada komponen (subsistem) yang dapat dikelompokkan dalam sistem yang digunakan untuk

menahan gaya gravitasi dan sistem untuk menahan gaya lateral. (jimmy S. Juwana, 2005)

Struktur bangunan yang terletak di wilayah beresiko mengalami gempa harus didesain supaya memenuhi kriteria sebagai struktur tahan gempa. Dasar sistem struktur utama yang tercantum dalam tabel 3 SNI 03-1726-2002 di ilustrasikan di gambar 2.8 (Rachmat Purwono, 2005)



Gambar 2. 9 Sistem struktur beton bertulang penahan gempa bumi (Sumber : Rachmat Purwono, 2005)

2.4.5 Arah Beban Gempa

Perhitungan tegangan hanya meninjau komponen gempa arah horizontal. Komponen vertikal umumnya bisa diabaikan. Untuk memudahkan perhitungan beban lateral bisa dianggap bekerja secara terpisah dalam arah-arahan utama (memanjang-melintang) pada gedung.

2.4.6 Aksi dari Beban Gempa

Beban gempa umumnya harus dianggap terpusat pada pelat (ditinjau dari potongan melintang atau memanjang bangunan). Namun jika beban yang besar

bekerja di bagian antara kolom-kolom akibat bentuk kerangka atau distribusi masa, tegangan setempat akibat reaksi itu harus ditinjau.

2.4.7 Perpindahan Pelat

Lantai harus dianggap sangat kaku dalam arah horizontal. Oleh karena itu, elemen-elemen struktur suatu tingkat akan mengalami perpindahan horizontal relatif yang sama besar. Jika titik pusat geser tingkat dan titik pusat ketegaran/rigidity (nilai-D) tidak berimpit, pengaruh puntir harus disertakan. Jika ketegaran lantai tidak memadai dan penerapan anggapan ini diragukan, metode analisa khusus yang lain harus dipertimbangkan.

2.4.8 Deformasi Unelastis (Tak Elastis)

Perhitungan tegangan struktur tahan gempa harus didasarkan pada teori elastis. Namun pada sebagian gedung (misalnya portal di sekitar dinding geser) yang diperkirakan mengalami tegangan yang besar, tegangan bisa ditentukan dengan memperhitungkan deformasi unelastis setempat.

2.4.9 Koefisien Distribusi Gaya Geser, Nilai D

Nilai D untuk pelbagai elemen tahan gempa harus dihitung berdasarkan gaya geser yang terjadi berdasarkan gaya geser yang terjadi pada setiap elemen akibat perpindahan relatif satu tingkat yang ditinjau. Nilai D harus dihitung berdasarkan hubungan antara tegangan dan deformasi akibat penerapan gaya geser dengan distribusi yang tepat di elemen-elemen struktur setiap tingkat. Jika gaya geser di setiap tingkat sama dengan Q dan deformasi yang timbul sama dengan δ , maka nilai D bisa dihitung sebagai :

$$D_A = \frac{Q}{\delta_A}$$

Nilai yang diperoleh dalam persamaan di atas merupakan nilai ketegaran mutlak, yakni besarnya gaya geser setiap elemen akibat perpindahan satuan.

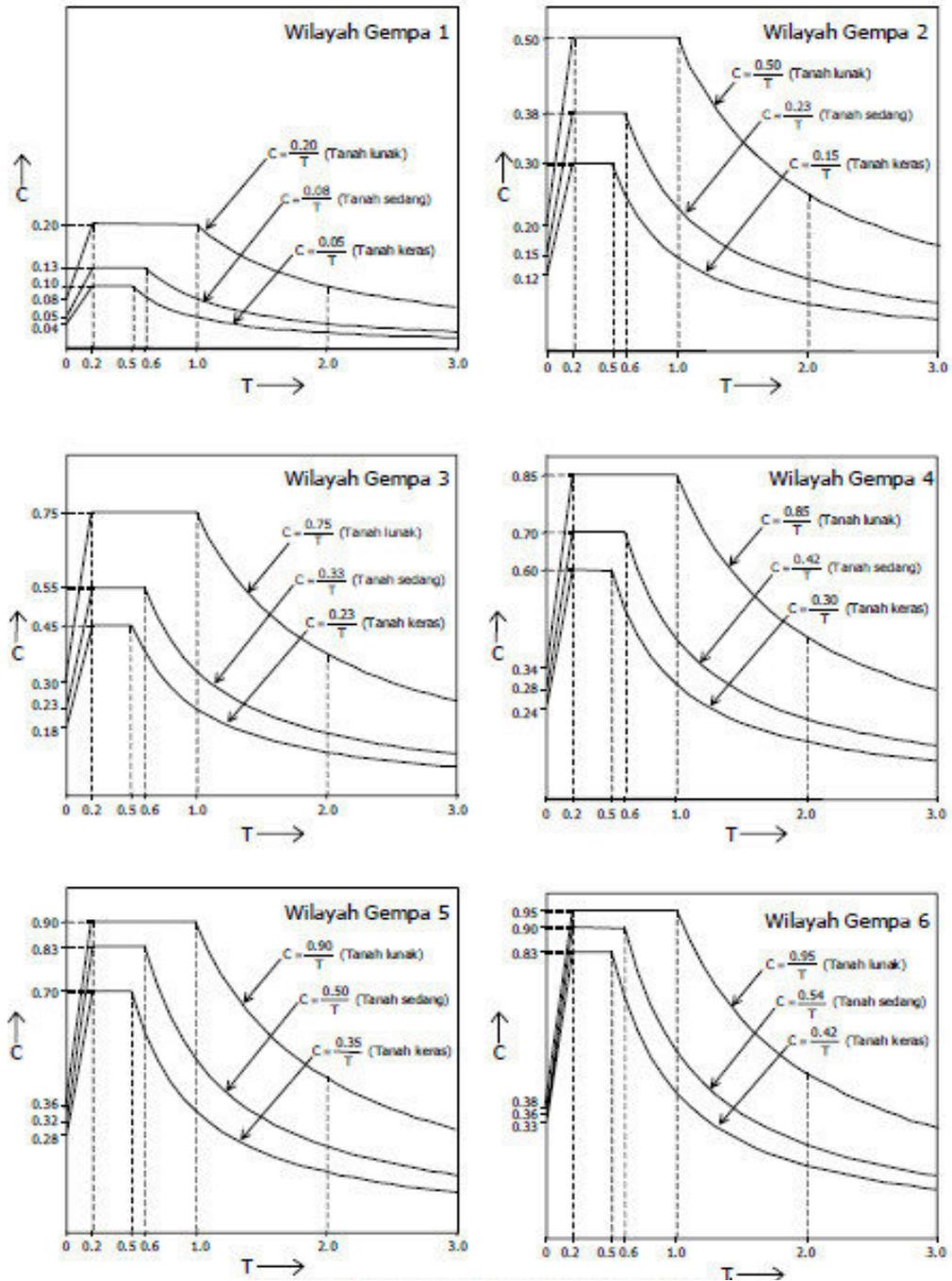
2.4.10 Sistem Dinding Struktural (Dinding Geser)

Pada sistem ini terdapat rangka ruang lengkap yang memikul beban-beban gravitasi, sedangkan beban lateral dipikul oleh dinding geser (dinding struktural). Di wilayah gempa 5 dan 6, dinding structural harus didetail sesuai SNI 03-2847-2002 pasal 23.6(6) yaitu sebagai Dinding Struktural Beton Khusus (DSBK) disamping yang masih berlaku di pasal 3 sampai pada pasal 20 SNI 03-2847-2002. Dinding structural di wilayah gempa lebih rendah, tidak perlu didetail khusus. (*Rachmat Purwono, 2005*)

Walaupun dinding struktural direncanakan memikul seluruh beban gempa, namun rangka balok-kolom di atas harus diperhitungkan terhadap efek simpangan lateral dinding struktural oleh beban gempa rencana, mengingat rangka tersebut ditiap lantai masih menyatu dengan dinding struktur melalui lantai-lantai. Efek tersebut di atas dinamakan “syarat kompatibility deformasi” yang oeh SNI 03-2847-2002 pasal 23.9 ditetapkan bahwa komponen struktur yang semula bukan merupakan sistem pemikul beban lateral harus sanggup memikul beban gravitasi bila terkena deformasi lateral yang disebabkan oleh beban gempa rencana. Hal ini telah ditentukan oleh pasal 23.9 SNI 03-2847-2002, bahwa detail gempa khusus harus diperlukan komponen-komponen non-sistem pemikul beban lateral. (*Rachmat Purwono, 2005*)

2.5 Analisis Beban Gempa

2.5.1 Faktor Keutamaan



Gambar 2. 10 Respon Spektrum Gempa Rencana
(sumber gambar 2.9 :SNI 03-1726-2002 hal 22)

Tabel 2. 2 Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I1	I2	I
	Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran.	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental.	1,0	1,0	1,6
sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara.	1,5	1,0	1,5

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standar ini maka Faktor Keutamaan, I, dapat dikalikan 80%. (sumber Tabel 2.2 : SNI 03-1726-2002 hal 7)

2.5.2 Waktu Getar Alami Fundamental

Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dalam arah masing masing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}}$$

di mana W_i dan F_i mempunyai arti yang sama seperti yang disebut dalam Pasal 6.1.3, d_i adalah simpangan horisontal lantai tingkat ke- i dinyatakan dalam mm dan 'g' adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det².

Apabila waktu getar alami fundamental T_1 struktur gedung untuk penentuan faktor respons gempa C_1 menurut pasal 6.1.2 ditentukan dengan rumus-rumus empiric atau didapat dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, nilainya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut pasal 6.2.1. (SNI 03-1726-2002: 27-28)

2.5.3 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental T_1 dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien ζ untuk Wilayah Gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya n menurut persamaan :

$$T_1 < \zeta n$$

di mana koefisien ζ ditetapkan menurut tabel 2.3

Tabel 2. 3 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung.

Wilayah Gempa	ζ
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

(SNI 03-1726-2002: 26)

2.5.4 Pengaruh P-Δ

Struktur gedung yang tingginya diukur dari taraf penjepitan lateral adalah lebih dari 10 tingkat atau 40 m, harus diperhitungkan terhadap Pengaruh P-Delta, yaitu suatu gejala yang terjadi pada struktur gedung yang fleksibel, di mana simpangan ke samping yang besar akibat beban gempa lateral menimbulkan beban lateral tambahan akibat momen guling yang terjadi oleh beban gravitasi yang titik tangkapnya menyimpang ke samping. (SNI 03-1726-2002: 26)

2.5.5 Distribusi Beban Geser Dasar Nominal (V)

Beban geser dasar nominal V yang diperoleh menurut Pasal 6.1.2 SNI 03-1726-2002 harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut rumus :

$$F_i = \frac{W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot z_i} V$$

Namun, bila rasio antaraa tinggi struktur gedung terhadap ukuran denahnya yang searah dengan beban gempa ≥ 3 , maka 0,1 V harus lebih dahulu dianggap sebagai beban horisontal terpusat yang menangkap pada pusat massa lantai paling atas, baru kemudian sisa 0,9 V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung seperti pada rumus diatas. (Rachmat Purwono, 2005: 28)

2.5.6 Eksentrisitas Rencana (ed)

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 pembefianan

gempa, dinyatakan dengan b , maka eksentrisitas rencana e_d harus ditentukan sebagai berikut :

➤ untuk $0 < e < 0,3 b$:

$$e_d = 1,5 e + 0,05 b$$

atau

$$e_d = e - 0,05 b$$

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

➤ untuk $e > 0,3 b$:

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

atau

$$e_d = 1,17e - 0,1 b$$

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

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh Gempa Rencana, eksentrisitas rencana e_d antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau baik dalam analisis statik, maupun dalam analisis dinamik 3 dimensi. (SNI 03-1726-2002: 25)

2.5.7 Pengaruh Arah Pembebanan Gempa

Dalam perencanaan struktur gedung, arah utama pengaruh Gempa Rencana harus ditentukan sedemikian rupa, sehingga memberi pengaruh terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan sistem struktur gedung secara keseluruhan.

Untuk mensimulasikan arah pengaruh Gempa Rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama yang ditentukan, harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30%. (SNI 03-1726-2002: 26)

2.5.8 Kompatibilitas Deformasi

Dalam SNI 03-1726-2002 pasal 5.2 menetapkan suatu kelompok kolom atau subsistem struktural gedung boleh dianggap tidak menjadi bagian Sistem Pemikul Beban Lateral (SPBL) gempa rencana, bila partisipasi memikul pengaruh gempanya adalah kurang dari 10%.

Dalam hal ini, unsur atau subsistem tersebut, selain kena beban gravitasi, juga harus direncanakan terhadap simpangan struktural akibat pengaruh gempa rencana, yaitu terhadap simpangan inelastic sebesar $R/1,6$ kali simpangan akibat beban gempa nominal (Δ_s) pada struktur gedung tersebut.

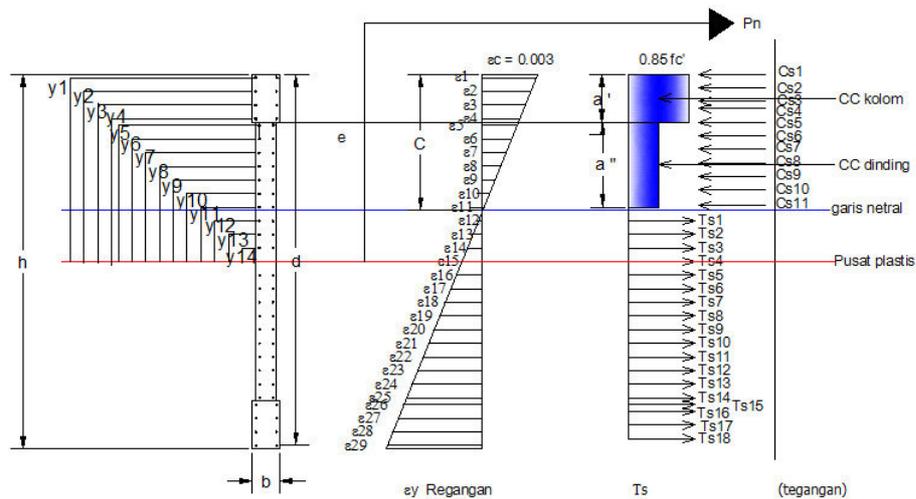
2.6 Persyaratan Pendetailan

Konsep desain kapasitas hanya akan berhasil menjamin struktur berperilaku aman saat terjadi gempa kuat apabila disertai dengan pendetailan yang baik pada elemen-elemen struktur dan joint jointnya. Daerah-daerah sendi plastis perlu didetail secara khusus agar mampu berdeformasi inelastic cukup besar sesuai dengan daktilitas yang ditentukan. Namun daerah-daerah di luar sendi plastis harus tetap dalam kondisi elastis, tergantung dari intensitas gempa yang terjadi. Pada daerah-daerah di luar sendi plastis tidak perlu dilakukan pendetailan khusus. (Gideon Kusuma, 1993: 13)

2.6.1. Tulangan Dinding Geser

Untuk penulangan dinding geser dapat dihitung menggunakan rumus :

$$M_n = A_s * f_y * z \dots \dots \dots (2.14)$$



Gambar 2. 11 Diagram Regangan Dinding Geser

$$C_c = 0.85 f_c * a * b, \quad T_s = A_s * f_s, \quad C_s = A_s * f_y$$

Ratio tulangan yang diijinkan :

$$P_{min} = \frac{0.7}{f_y} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$P_{max} = \frac{16}{f_y} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$P = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{\left(1 - \frac{2m * R_n}{f_y} \right)} \right) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c} \dots \dots \dots (2.18)$$

$$R_n = \frac{M_u}{b * d^2} \dots \dots \dots (2.19)$$

Untuk penulangan vertical bagian tengah dinding geser diambil

$$A_s = \rho * b * d \dots \dots \dots (2.20)$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = > \rho_{min} \dots \dots \dots (2.21)$$

dimana :

A_s = luas tulangan tarik

ρ = rasio penulangan tarik

kuat geser rencana bagi dinding geser pada penampang dasar sehubungan dengan adanya pembesaran dinamis, harus dihitung menurut persamaan berikut sesuai dengan SNI

$$V_{ud\ max} = \omega_d * 0.7 * \frac{M_{kap.d}}{M_{ed.max}} * V_{ed\ max} \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

ω_d = koefisien pembesaran dinamis = 1,3

M_{kap} = momen kapasitas dinding geser pada penampang dasar yang dihitung berdasarkan luas baja tulangan yang terpasang dan dengan tegangan tarik baja tulangan 1,25 f_y

$M_{ed\ max}$ = momen lentur maksimum dinding geser akibat gempa tak berfaktor pada penampang dasar.

$V_{ed\ max}$ = gaya geser maksimum dinding geser akibat gempa tak berfaktor pada penampang dasar.

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \dots \dots \dots (2.23)$$

$$V = \frac{V_n}{b.d} \dots \dots \dots (2.24)$$

Jarak tulangan hirizontal

$$A_h = \frac{V.b.w.s}{f_y} \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana :

V_n = kuat geser nominal

V_u = gaya geser terfaktor pada penampang

V = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

A_h = luas tulangan geser

Penyelesaian persamaan kuadrat untuk mencari nilai c dapat diselesaikan dengan rumus :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u \dots \dots \dots (2.26)$$

$$(0,85f_c) \cdot (0,85c)b + (f_s A_s - 0,85f_c A_s) = f_y A_s + P_u \dots \dots \dots (2.27)$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s = \frac{0,003(c-d)}{c} \cdot (E_s) \dots \dots \dots (2.28)$$

dengan melakukan substitusi didapatkan :

$$A_s \cdot f_y = (0,85f_c)b \cdot \beta_1 \cdot c + (0,003 \left(\frac{c-d}{c}\right) \cdot E_s \cdot A_s - 0,85f_c A_s) = f_y A_s + P_u \dots (2.29)$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan dengan c , akan didapat :

$$A_s \cdot f_y = (0,85f_c)b \cdot \beta_1 \cdot c^2 + \{c (0,003) E_s \cdot A_s - d(0,003) E_s \cdot A_s - 0,85f_c \cdot A_s \cdot c\} = f_y A_s \cdot c + P_u \cdot c \dots \dots \dots (2.30)$$

Setelah dilakukan pengelompokan, didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85f_c) b \cdot \beta_1 \cdot c^2 + (0,003E_s \cdot A_s - A_s f_y - 0,85f_c \cdot A_s)c - d (0,003)E_s \cdot A_s = 0 \dots \dots \dots (2.31)$$

Dengan memasukan nilai $E_s = 200000$ Mpa, persamaan kuadrat menjadi :

$$(0,85f_c) b \cdot \beta_1 \cdot c^2 + (600 A_s - A_s f_y - 0,85f_c A_s)c - 600d \cdot A_s = 0 \dots \dots \dots (2.32)$$

Penyelesaian persamaan kuadrat untuk mencari nilai c dapat diselesaikan dengan rumus sebagai berikut : (*Istimawan Dipohusodo, struktur beton bertulang hal 94*)

$$C = \pm\sqrt{(Q - R^2)} - R \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana, $R = \frac{600 As - Asfy}{1.7fc*b*\beta1}$ dan $Q = \frac{600*d*As}{0.85fc*b*\beta1} \dots\dots\dots(2.34)$

Dengan nilai c tersebut, nilai nilai lain yang belum diketahui dapat dicari dengan rumus:

$$Fs = \frac{0.003 (c-d)}{c} * Es \dots\dots\dots(2.35)$$

Dengan menggunakan diagram regangan memeriksa regangan tulangan baja tekan maupun tarik, untuk membuktikan apakah anggapan pada langkah awal sudah benar dapat dilihat di istimewa dipohusodo, struktur beton bertulang hal 96, yaitu

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{c-d}{c} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{d-c}{c} \dots\dots\dots(2.37)$$

dengan menganggap $\epsilon_s \geq \epsilon_y$, yang artinya tulangan baja tarik telah meleleh, akan timbul salah satu dari dua kondisi berikut ini :

1. Kondisi I : $\epsilon_s \geq \epsilon_y$, menunjukkan bahwa anggapan pada langkah awal betul dan tulangan baja tekan meluluh.
2. Kondisi II : $\epsilon_s \leq \epsilon_y$, menunjukkan bahwa anggapan pada langkah awal tidak betul dan tulangan baja tekan meluluh.

Dalam perencanaan tulangan dinding geser menurut SNI 03 2847 2002 (pasal 13.10) harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain :

a).Kuat geser V_n pada sebarang penampang horizontal terhadap geser yang sejajar bidang dinding tidak boleh lebih besar dari pada

$$(5/6) * \sqrt{f'c \ h d} \dots\dots\dots(2.38)$$

b). kuat geser V_c dapat dihitung berdasarkan persamaan 74 dan 75, dimana nilai V_c harus diambil sebagai nilai terkecil dari persamaan 74 dan 75.

$$V_c = 1/4 \sqrt{f'c \ h d} + \frac{N u d}{4 \ l w} \dots\dots\dots(2.39)$$

c). penampang enampang yang berada dalam daerah yang berjarak sejauh nilai terkecil dari $l_w/2$ atau setengah tinggi dinding dari dasra tinggi dinding, dapat dirncanakan dengan nilai V_c yang sama dngan nilai V_c yang dihitung pada penampang yang berjarak $l_w/2$ atau setengah tingi dinding dari dasar dinding.

d). bila gaya geser terfaktor V_u adalah kurang dari pada $\phi \ V_c/2$, maka tulangan harus disediakan sesuai dengan (e)

e). perencanaan tulangan geser untuk dinding

1. bila gaya geser terfaktor V_u lebih besar dari kuat geser ϕV_c , maka harus disediakan tulangan geser horizontal yang memenuhi persamaan 44 dan 45 dan kuat geser V_s harus dihitung dari

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s_2} \dots\dots\dots(2.40)$$

dengan A_v adalah luas tulangan geser horizontal dalam rentang jarak S_2 dan d ditentukan dengan 13.10(4) tulangan geser vertical harus disediakan dengan (e.4)

2. Rasio dari luas tulangan geser horizontal terhadap luas bruto penampang vertical dinding ρ_h tidak boleh kurang dari pada 0.0025

3. Spasi tulangan geser horizontal S2 tidak boleh lebih besar dari pada $lw/5$, $3h$ ataupun 500 mm

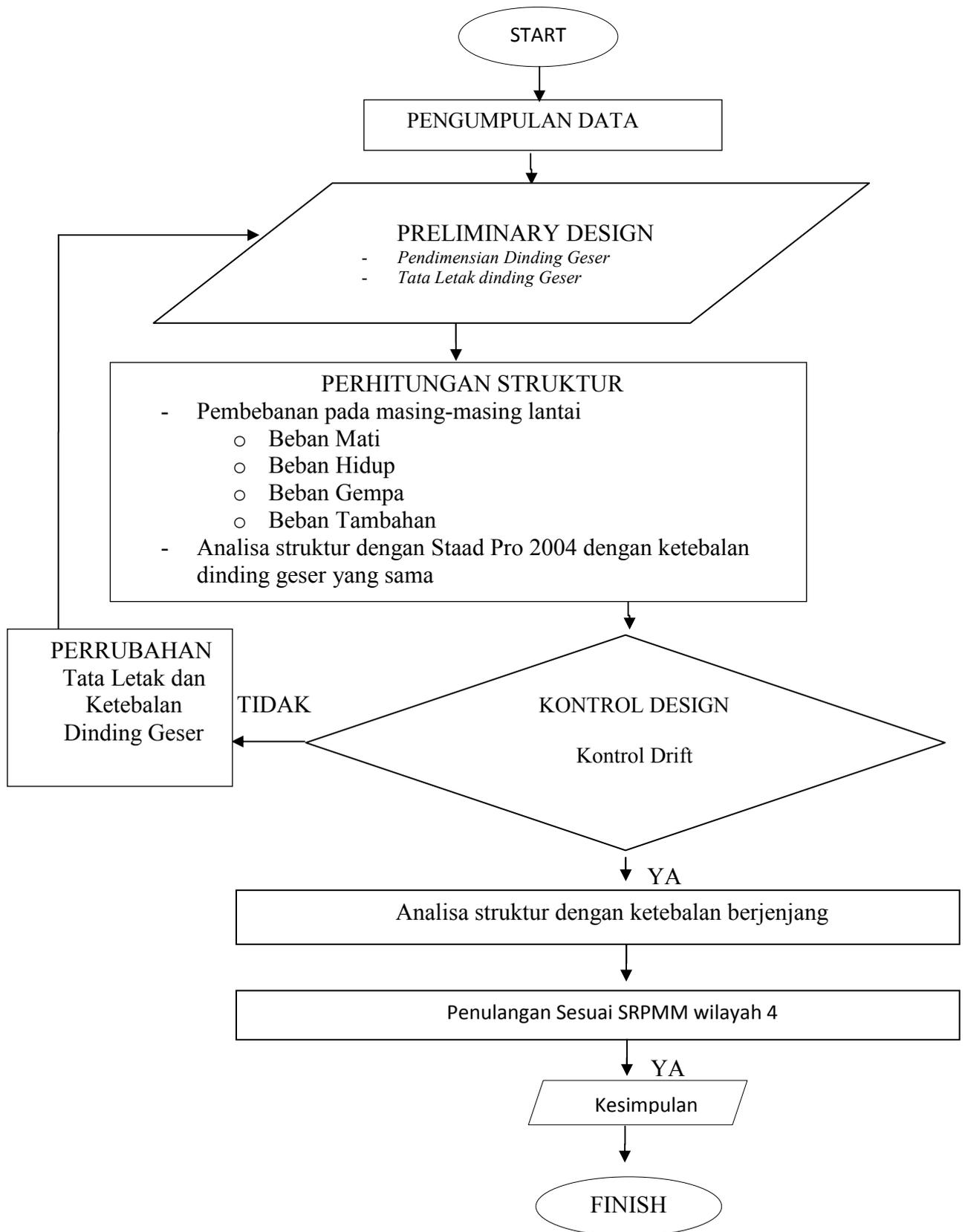
4. Rasio dari luas tulangan geser veertikal terhadap luas bruto penampang horizontal dinding ρ_n tidak boleh kurang dari pada

$$\rho_n = (0.0025) + 0.5 \left(25 - \frac{hw}{lw} \right) (\rho_h - 0.0025) \dots \dots \dots (2.41)$$

atau pun 0.0025, tetapi tidak perlu lebih besar dari pada tulangan geser tulangan geser horizontal perlu.

5. Spasi tulangan geser vertical S1 tidak boleh melebihi $lw/3$, $3h$ ataupun 500 mm.

2.7 Bagan Alir



BAB III

DATA PERENCANAAN

3.1 Data-data Perencanaan

3.1.1 Data Bangunan

- Nama Gedung : Ijen Padjadjaran Suites Hotel Resort Malang
- Lokasi Gedung : Ijen Nirwana Residence, Malang, Jawa Timur
- Fungsi Bangunan : Hotel
- Jumlah Lantai : 15 Lantai
- Bentang Memanjang : 57,75 Meter
- Bentang Melintang : 15,35 Meter
- Tinggi Gedung : 54,00 meter
- Tinggi lantai 1 : 5 Meter
- Tinggi lantai 2-15 : 3.5 Meter
- Tebal plat : 0.12 Meter
- Wilayah gempa : Zona 4 (Malang)
- Struktur : Beton Bertulang

3.2 Data Pembebanan

3.2.1 Data Beban Mati

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

- Berat spesi per cm tebal = 21 Kg/m²
- Berat tegel per cm tebal = 24 Kg/m²

- Berat Plafon + rangka penggantung = $(11+7) = 18 \text{ Kg/m}^2$
- Berat jenis bata merah = 1700 Kg/m^3
- Berat jenis beton = 2400 Kg/m^3
- Berat jenis pasir kering = 1600 Kg/m^3

2.1.1 Data Beban Hidup

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

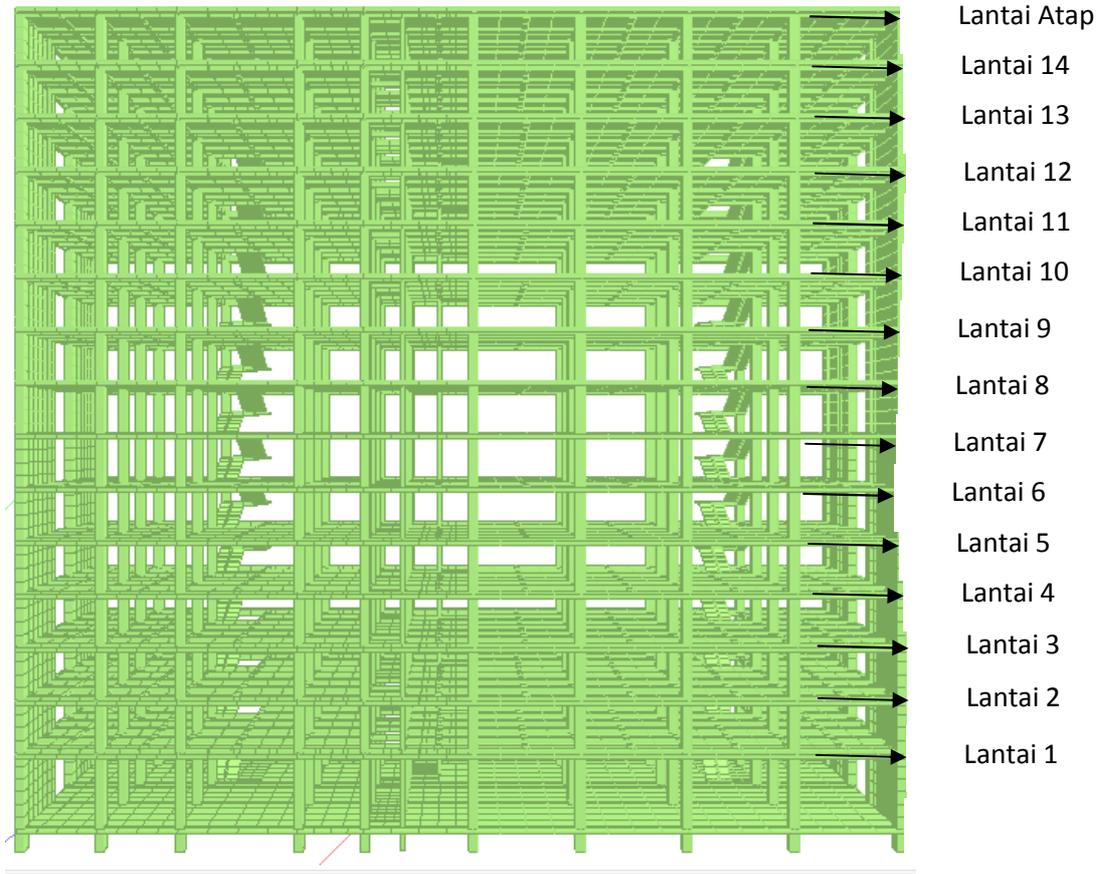
- Beban hidup hotel lantai 2 sampai 15 = 250 Kg/m^2
- Beban guna/Beban hidup atap = 100 kg/m^2
- Berat jenis air hujan = 1000 Kg/m^3

3.3 Data Material

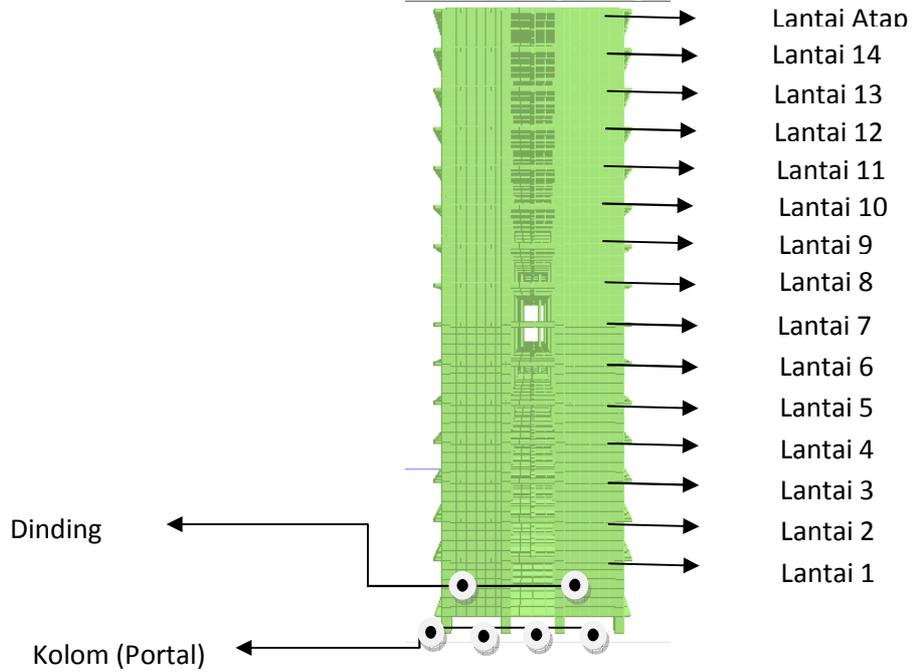
Dalam perencanaan hotel ini mutu bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Tegangan leleh tulangan ulir (f_y) = 390 Mpa
- Tegangan leleh tulangan polos (f_y) = 240 Mpa
- Kuat tekan beton f_c' = 30 Mpa

3.4 Data Gambar Struktur



Gambar 3. 1 Gedung Tampak Depan



Gambar 3. 2 Gedung Tampak Samping

- Hasil bidang geser yang bekerja dari ketebalan dinding geser yang sama

- Kontrol penampang dinding geser

3.5 Pembebanan

Perhitungan Pembebanan Plat

3.5.1 Beban Mati

a. Beban mati plat atap

- Berat plafon dan penggantung

$$1 \times 1 \times (11+7) = 18 \text{ Kg/m}^2$$

b. Beban mati plat lantai

- Berat plafon dan penggantung

$$1 \times 1 \times (11+7) = 18 \text{ Kg/m}^2$$

- Pasir

$$1 \times 1 \times 0,02 \times 1600 = 32 \text{ Kg/m}^2$$

- Spesi

$$1 \times 1 \times 0,03 \times 2200 = 66 \text{ Kg/m}^2$$

- Tegel

$$1 \times 1 \times 0,01 \times 2400 = 24 \text{ Kg/m}^2$$

c. Beban mati balok

- Dinding $\frac{1}{2}$ bata merah

$$1 \times 0,15 \times 2,9 \times 1700 = 740 \text{ Kg/m}$$

3.5.2 Beban Hidup

a. Beban hidup plat atap

$$= 100 \text{ Kg/m}^2$$

b. Beban hidup plat lantai

$$= 250 \text{ Kg/m}^2$$

3.5.3 Beban Tambahan Untuk Plat Atap

- Berat air hujan = $1 \times 1 \times 0,05 \times 1000 = 50 \text{ Kg/m}$

3.6 Perhitungan Berat Bangunan

Berat sendiri elemen struktur terdiri dari elemen balok, plat lantai, dan tangga. Berat sendiri elemen struktural gedung akan dihitung secara otomatis oleh program bantu Staad Pro 2004 sebagai *selfweight*. Adapun cara pemberian beban *selfweight* pada Staad Pro sebagai berikut :

- Klik perintah *Command*, kemudian *Loading*, pilih *Primary Load*
- Buat nama beban baru dengan memilih *create new primary load case*, tulis nama beban sebagai Beban Mati
- ilih perintah *selfweight* pada jenis-jenis nama pembebanan yang tersedia pada *toolbar*

- Pada *direction* terdapat pilihan sumbu X, Y, dan Z. Kemudian pilih sumbu Y dan diisi dengan nilai faktor -1, klik perintah *Assign*

3.7 Perhitungan Berat Tiap Lantai

- Mencari berat masing-masing lantai pada struktur dengan cara *Save As* dengan nama beban lantai ke-x, pilih lantai yang akan dicari beratnya, dengan menyisakan setengah kolom diatas dan dibawahnya, lalu hapus lantai-lantai lainnya.
 - Memberikan tumpuan jepit (*fixed*) pada salah satu kolom
 - Mengkombinasikan beban mati dan beban hidup dengan 1.2 DL + 0,3 LL,

Maka didapatkan hasil pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. 1 Berat Lantai

No	Lantai Ke	Berat Lantai
1	Berat Lantai 1	1.922.000
2	Berat Lantai 2	1.863.000
3	Berat Lantai 3	1.863.000
4	Berat Lantai 4	1.863.000
5	Berat Lantai 5	1.863.000
6	Berat Lantai 6	1.863.000
7	Berat Lantai 7	1.863.000
8	Berat Lantai 8	1.863.000
9	Berat Lantai 9	1.863.000
10	Berat Lantai 10	1.863.000
11	Berat Lantai 11	1.863.000
12	Berat Lantai 12	1.863.000
13	Berat Lantai 13	1.863.000
14	Berat Lantai 14	1.863.000
15	Berat Lantai 15	1.043.000
		27.184.000

3.8 Mencari Pusat Massa

Mencari pusat massa pada setiap masing-masing lantai dengan menambahkan perintah CG (Center Gravity) memilih Command kemudian pilih Post-Analysis Print, klik CG, kemudian pilih Analyze-Run Analysis.

Berikut tabel titik pusat massa tiap lantai :

Tabel 3. 2 titik pusat massa

Lantai	X	Y	Z
2	28,36	4,87	-8,73
3	28,39	8,5	-8,73
4	28,39	12,00	-8,73
5	28,39	15,50	-8,73
6	28,39	19,00	-8,73
7	28,39	22,5	-8,73
8	28,39	26,00	-8,73
9	28,39	29,50	-8,73
10	28,39	33,00	-8,73
11	28,39	36,50	-8,73
12	28,39	40,00	-8,73
13	28,39	43,50	-8,73
14	28,39	47,00	-8,73
15	28,39	50,50	-8,73
Atap	28,44	53,84	-8,65

3.9 Mencari Pusat Kekakuan

Pusat kekakuan dapat dicari dengan program bantu Staad Pro dengan menambahkan perintah CG (Center Gravity) memilih Command kemudian pilih Post-Analysis Print, klik CG, kemudian pilih Analyze-Run Analysis.

Setelah dihitung dengan menggunakan program bantu Staad Pro, maka koordinat titik kekakuan didapat

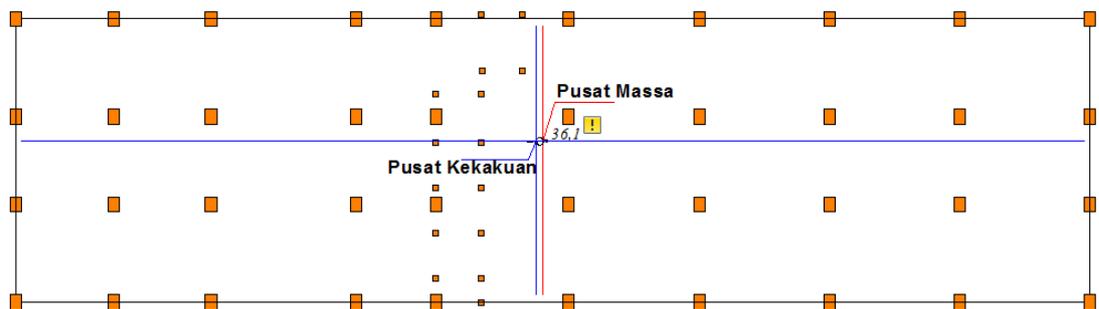
Tabel 3. 3 Titik pusat massa

Lantai	X	Y	Z
2	28,00	3,66	-8,71
3	28,04	8,5	-8,68
4	28,04	12,00	-8,68

5	28.04	15,50	-8.68
6	28.04	19,00	-8.68
7	28.04	22,5	-8.68
8	28.04	26,00	-8.68
9	28.04	29,50	-8.68
10	28.04	33,00	-8.68
11	28.04	36,50	-8.68
12	28.04	40,00	-8.68
13	28.04	43,50	-8.68
14	28.04	47,00	-8.68
15	28.04	50,50	-8.68
Atap	28.04	54.00	-8.68

3.10 Mencari Eksentrisitas Rencana (e_d)

Berikut adalah gambar eksentrisitas teoritis antara pusat massa dan pusat kekakuan pada lantai 2 :



Gambar 3. 3 *eksentrisitas teori*
 Pada gambar diatas didapat nilai $e_c = 0,361$

Sesuai peraturan dalam SNI 1726-2002, karena $e_c = 0,361 < 0,3b$,
dimana $0,3b$ adalah $0,3 \times 57,75 = 17,325$, maka rumus e_d yang dipakai adalah :

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

Untuk arah X ($b=57,75$) maka e_d adalah :

$$1,5 e_c + 0,05 b = (1,5 \times 0,361) + (0,05 \times 57,75)$$

$$= 3,429 \text{ m}$$

$$e_c - 0,05 b = 0,361 - (0,05 \times 57,75)$$

$$= -2,526 \text{ m}$$

Diambil nilai yang terbesar $X = 3,429 \text{ m}$

Untuk arah Y ($b=15,35$) maka e_d adalah :

$$1,5 e_c + 0,05 b = (1,5 \times 0,361) + (0,05 \times 15,35)$$

$$= 1,309$$

$$e_c - 0,05 b = 0,361 - (0,05 \times 15,35)$$

$$= -0,406$$

Diambil nilai yang terbesar $Y = 1,309$

Dengan diketahui nilai eksentrisitas rencana (e_d), maka koordinat titik pusat massa tiap lantai harus di copy kan sejauh koordinat $X = 3,429 \text{ m}$ dan koordinat $Y = 1,309$, maka eksentrisitas teoritis yang nilai awalnya $0,361$, setelah adanya eksentrisitas rencana nilainya menjadi $3,67 \text{ m}$

Selanjutnya ditabelkan sebagai berikut

Tabel 3. 4 Eksentrisitas arah X
Tabel 3. 5 Eksentrisitas arah Y

Eksentrisitas Arah X

Lantai Ke-i	eksentrisitas teori	nilai b	ec = eksentrisitas < 0.3b	pakai ed/ tidak	Pers. 1	Pers. 2	Nilai X
					1,5ec + 0,05 b	ec-0,05b	
2	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
3	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
4	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
5	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
6	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
7	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
8	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
9	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
10	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
11	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
12	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
13	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
14	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
15	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429
Atap	0.361	57.75	TRUE	pakai ed	3.429	-2.5265	3.429

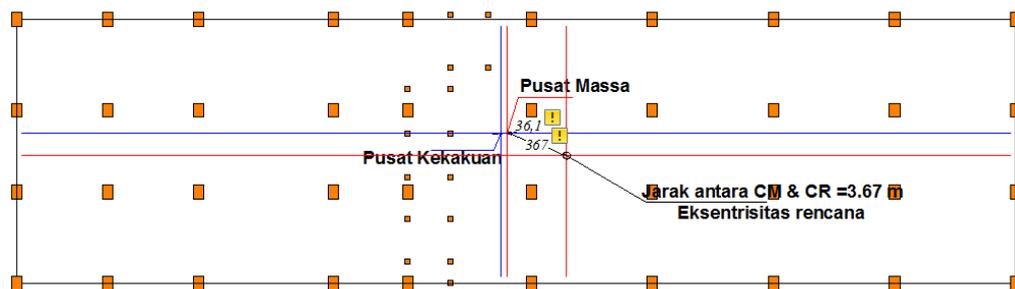
Tabel 3.5 Eksentrisitas Arah Y

Lantai Ke-i	eksentrisitas teori	nilai b	ec = eksentrisitas < 0.3b	pakai ed/ tidak	Persamaan 1	Persamaan 2	Nilai Y
					1,5ec + 0,05 b	ec-0,05b	
2	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
3	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
4	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
5	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
6	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
7	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
8	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
9	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
10	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
11	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309

12	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
13	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
14	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
15	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309
Atap	0.361	15.35	TRUE	pakai ed	1.309	-0.4065	1.309

Tabel 3.6 Eksentrisitas Rencana

Lantai Ke-i	eksentrisitas Rencana X	eksentrisitas Rencana Y	Pusat Massa X	Pusat Massa Y	Maka didapat ed
2	3.429	1.309	28.81	-8.7	4.951
3	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
4	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
5	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
6	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
7	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
8	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
9	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
10	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
11	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
12	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
13	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
14	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
15	3.429	1.309	28.55	-8.75	4.951
Atap	3.429	1.309	28.55	-8.6	4.951



Gambar 3. 4 eksentrisitas rencana

Tabel 3. 6 Eksentrisitas Rencana

3.11 Memasukkan Spectrume (Beban gempa dinamik)

a. Parameters

- Combination Method

Adalah cara statistik untuk mencari resultan masing-masing mode shape agar mewakili semua mode shape yang mungkin akan terjadi pada gedung ketika terjadi gempa. Untuk struktur gedung tidak beraturan yang mewakili waktu-waktu getar alami yang berdekatan, harus dilakukan dengan metode yang dikenal dengan Kombinasi Kuadratik Lengkap (CQC), untuk itu dalam Combination Method dipilih "CQC".

- Spectrume Type

Pilih Acceleration karena pada grafik $C =$ percepatan, bukan Displacement yang berarti perpindahan.

- Interpolation Type

Dipilih linear karena pada grafik spectrum pertambahan nilainya sama.

- Direction

Untuk arah pembebanan sumbu global koordinat $X = 30\%$, $Y = 100\%$, dan $Z = 100\%$

- Damping Type

Adalah penyerapan gaya gempa tergantung jenis material. Sesuai SNI 2002 untuk perencanaan gedung tahan gempa 10% untuk

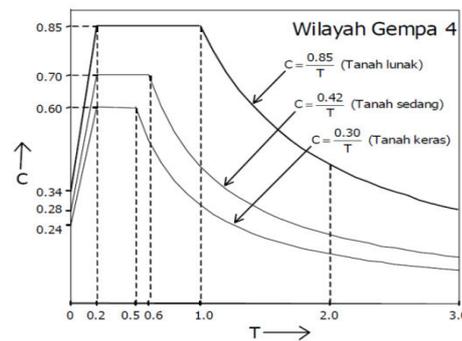
material beton, dan 5% untuk material baja. Untuk itu pada damping type di isi 5% karena struktur gedung menggunakan material beton.

- Scale

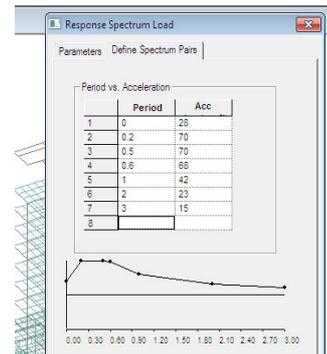
Mengisikan nilai 1 pada scale yang berarti 1 = massa 1 Kg yang dikenai percepatan gravitasi bumi $9,8 \text{ m/det}^2$

- b. Define Spectrume Pairs

- Mengisikan Period/waktu dan Acceleration/percepatan sesuai dengan wilayah gempa strukturgedung itu berdiri. Karena struktur Hotel Padjadjaran Suites Hotel berada di Kota Malang dengan wilayah gempa 4, maka tabel tersebut diisikan sebagai berikut :



Gambar 3. 5 wilayah gempa



Gambar 3. 6 Spectrum load

Setelah direncanakan dengan dinding geser dengan ketebalan yang sama dengan tebal 40 cm maka diperoleh gaya geser yang selanjutnya akan digunakan untuk penentuan dimensi dinding geser yang berjenjang sesuai gaya geser yang bekerja.

3.12 Perhitungan Kekakuan Kolom

Formula :

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

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

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

3.12.1 Perhitungan kekakuan Portal

1. Kolom 60/80

➤ Untuk $h = 5 \text{ m}$

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

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

▪ Kekakuan relatif kolom (K) :

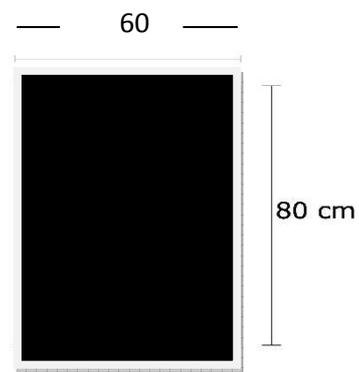
$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000}{500} = 5120 \text{ cm}^3$$

▪ Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3$$

▪ Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{5120}{1000} = 5.12$$



Tabel 3. 7 Kekakuan Kolom Tiap Lantai

TABEL KEKAKUAN KOLOM

hi	Dimensi (cm)		A (cm ²)	I (cm ⁴)		K		Ko	Kcx	
	b	h		Ix	Iy	Kx	Ky		Kcx	Kcy
500	60	80	4800	2560000	1440000	5120.0	2880.00	1000	5.12	2.88
500	40	40	1600	213333	213333	426.67	426.67	1000	0.43	0.43
350	60	80	4800	2560000	1440000	7314.29	4114.29	1000	7.31	4.11
350	40	40	1600	213333	213333	609.52	609.52	1000	0.61	0.61

3.12.2 Perhitungan Kekakuan *Shearwall*

1. Shearwall

Untuk $h = 5$ m, $lw = 6,10$ m

$$AW = 610 \times 50 = 30500 \text{ cm}^2$$

$$I_{w_x} = \frac{1}{12} \times 50 \times 610^3 = 945754167 \text{ cm}^4$$

$$K_w = \frac{I}{hw} = \frac{945754167}{350} = 1891508 \text{ cm}^3$$

$$K = \frac{K_w}{K_o} = \frac{1891508}{1000} = 1891.508$$

TABEL KEKAKUAN SHEARWALL

Lantai	hw	Dimensi (cm)		A(cm ²)	Iw (cm ⁴)		K		Ko	Kc	
		b	h		Iwx	Iwy	Kwx	Kwy		Kcx	Kcy
1	500	50	610	30500	945754167	6354166.7	1891508	12708.3	1000	1891.508	12.7083
2	350	50	610	30500	945754167	6354166.7	2702155	18154.8	1000	2702.15	18.1548
3	350	50	610	30500	945754167	6354166.7	2702155	18154.8	1000	2702.15	18.1548
4	350	47	610	28670	889008917	5277669.2	2540025	15079.1	1000	2540.03	15.0791
5	350	47	610	28670	889008917	5277669.2	2540025	15079.1	1001	2537.49	15.064
6	350	47	610	28670	889008917	5277669.2	2540025	15079.1	1002	2534.96	15.049
7	350	42	610	25620	794433500	3766140	2269810	10760.4	1003	2263.02	10.7282
8	350	42	610	25620	794433500	3766140	2269810	10760.4	1004	2260.77	10.7175
9	350	42	610	25620	794433500	3766140	2269810	10760.4	1005	2258.52	10.7069
10	350	37	610	22570	699858083	2574860.8	1999595	7356.75	1006	1987.67	7.31287
11	350	37	610	22570	699858083	2574860.8	1999595	7356.75	1007	1985.69	7.30561
12	350	37	610	22570	699858083	2574860.8	1999595	7356.75	1008	1983.72	7.29836
13	350	32	610	19520	605282667	1665706.7	1729379	4759.16	1009	1713.95	4.71671
14	350	32	610	19520	605282667	1665706.7	1729379	4759.16	1010	1712.26	4.71204
15	350	32	610	19520	605282667	1665706.7	1729379	4759.16	1011	1710.56	4.70738

Tabel 3. 8 Kekakuan Shearwall

3.13 Perbandingan Kekakuan SRPMM (Portal) Dan Dinding Geser (Ds)

Kekakuan (EI) berdasarkan dimensi penampang yang dilihat dari momen inersia (I) masing-masing arah pembebanan gempa, sebab untuk Modulus Elastisitas E untuk bahan yang sama mempunyai nilai yang sama.

Total momen inersia arah x (I_x) :

Jumlah dinding geser = 4 buah dengan dimensi yang berbeda setiap 3 lantai

pada lantai 1,2, dan 3 = dengan ketebalan 52 cm

pada lantai 4,5, dan 6 = dengan ketebalan 47 cm

pada lantai 7,8, dan 9 = dengan ketebalan 42 cm

pada lantai 10,11, dan 12 = dengan ketebalan 37 cm

pada lantai 13,14, dan 15 = dengan ketebalan 32 cm

Jumlah kolom dimensi 40/40 = 15 buah

Jumlah kolom dimensi 50/80 = 40 buah

Tabel 3. 9 Momen Inersia Shearwall Dan Portal
MENENTUKAN JARAK KOLOM, SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)

LINE	KOLOM		IX/ ISW	A(LUAS)	JARAK dari CR	I KOLOM global
	b	h				
A-1	60	80	2560000.00	4800	2877.70	16372960.00
A-4	60	80	2560000.00	4800	2803.20	16015360.00
A-7	60	80	2560000.00	4800	2820.70	16099360.00
A-10	60	80	2560000.00	4800	2932.30	16635040.00
B-1	60	80	2560000.00	4800	2369.90	13935520.00
B-4	60	80	2560000.00	4800	2278.90	13498720.00
B-7	60	80	2560000.00	4800	2300.40	13601920.00
B-10	60	80	2560000.00	4800	2436.00	14252800.00
C-1	60	80	2560000.00	4800	1871.70	11544160.00
C-4	60	80	2560000.00	4800	1755.10	10984480.00
C-7	60	80	2560000.00	4800	1782.90	11117920.00

C-10	60	80	2560000.00	4800	1954.80	11943040.00
D-1	60	80	2560000.00	4800	1175.50	8202400.00
D-4	60	80	2560000.00	4800	979.20	7260160.00
D-7	60	80	2560000.00	4800	1028.20	7495360.00
D-10	60	80	2560000.00	4800	1303.70	8817760.00
E-1	60	80	2560000.00	4800	855.90	6668320.00
E-4	60	80	2560000.00	4800	556.40	5230720.00
E-7	60	80	2560000.00	4800	638.70	5625760.00
E-10	60	80	2560000.00	4800	1024.80	7479040.00
H-1	60	80	2560000.00	4800	686.70	5856160.00
H-4	60	80	2560000.00	4800	220.40	3617920.00
H-7	60	80	2560000.00	4800	383.30	4399840.00
H-10	60	80	2560000.00	4800	888.40	6824320.00
I-1	60	80	2560000.00	4800	1098.40	7832320.00
I-4	60	80	2560000.00	4800	885.20	6808960.00
I-7	60	80	2560000.00	4800	939.10	7067680.00
I-10	60	80	2560000.00	4800	1234.60	8486080.00
J-1	60	80	2560000.00	4800	1709.20	10764160.00
J-4	60	80	2560000.00	4800	1580.70	10147360.00
J-7	60	80	2560000.00	4800	1611.50	10295200.00
J-10	60	80	2560000.00	4800	1799.80	11199040.00
K-1	60	80	2560000.00	4800	2369.90	13935520.00
K-4	60	80	2560000.00	4800	2278.90	13498720.00
K-7	60	80	2560000.00	4800	2300.40	13601920.00
K-10	60	80	2560000.00	4800	2434.00	14243200.00
L-1	60	80	2560000.00	4800	3048.20	17191360.00
L-4	60	80	2560000.00	4800	2978.00	16854400.00
L-7	60	80	2560000.00	4800	2994.50	16933600.00
L-10	60	80	2560000.00	4800	3099.90	17439520.00
E-3	40	40	1600	1600	597.80	958080.00
E-5	40	40	1600	1600	540.00	865600.00
E-6	40	40	1600	1600	596.50	956000.00
E-8	40	40	1600	1600	734.90	1177440.00
E-9	40	40	1600	1600	918.90	1471840.00
F-1	40	40	1600	1600	749.50	1200800.00
F-2	40	40	1600	1600	482.30	773280.00
F-3	40	40	1600	1600	390.90	627040.00
F-5	40	40	1600	1600	295.00	473600.00
F-6	40	40	1600	1600	389.00	624000.00
F-8	40	40	1600	1600	579.20	928320.00
F-9	40	40	1600	1600	799.90	1281440.00

F-10	40	40	1600	1600	919.60	1472960.00
G-1	40	40	1600	1600	693.10	1110560.00
G-2	40	40	1600	1600	388.80	623680.00
ISW GLOBAL			102424000	216000	79362.5	17244724000

Tabel 3. 10 Kekakuan Dinding Geser

NO	SHERW ALL		ISW	A(LU AS)	JARAK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 1,2,3 ; A- 1,4	50	610	945754167	30500	2828.3	1032017317
SW LT 1,2,3 ; A- 7,10	50	610	945754167	30500	2864.3	1033115317
SW LT 1,2,3 ; L- 1,4	50	610	945754167	30500	3001.6	1037302967
SW LT 1,2,3 ; L- 7,10	52	610	945754167	31720	3036.1	1042059259
SW LT 4,5,6 ; A- 1,4	47	610	889008917	28670	2828.3	970096277.7
SW LT 4,5,6 ; A- 7,10	47	610	889008917	28670	2864.3	971128397.7
SW LT 4,5,6 ; L- 1,4	47	610	889008917	28670	3001.6	975064788.7
SW LT 4,5,6 ; L- 7,10	47	610	889008917	28670	3036.1	976053903.7
SW LT 7,8,9 ; A- 1,4	42	610	794433500	25620	2828.3	866894546
SW LT 7,8,9 ; A- 7,10	42	610	794433500	25620	2864.3	867816866
SW LT 7,8,9 ; L- 1,4	42	610	794433500	25620	3001.6	871334492
SW LT 7,8,9 ; L- 7,10	42	610	794433500	25620	3036.1	872218382
SW LT 10,11,12 ; A-1,4	37	610	699858083	22570	2828.3	763692814.3
SW LT 10,11,12 ; A-7,10	37	610	699858083	22570	2864.3	764505334.3
SW LT 10,11,12 ; L-1,4	37	610	699858083	22570	3001.6	767604195.3
SW LT 10,11,12 ; L-7,10	37	610	699858083	22570	3036.1	768382860.3
SW LT 13,14,15 ; A-1,4	32	610	605282667	19520	2828.3	660491082.7
SW LT 13,14,15 ; A-7,10	32	610	605282667	19520	2864.3	661193802.7

SW LT 13,14,15 ; L-1,4	32	610	605282667	19520	3001.6	663873898.7
SW LT 13,14,15 ; L-7,10	32	610	605282667	19520	3036.1	664547338.7
I KOLM GLOBAL			15737349333	508740	58651.5	17229393839

tabel 3. 11 Menentukan Jarak Shearwal Dengan Cr (Ditinjau Dari Arah X)
MENENTUKAN JARAK SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)
LANTAI 1,2,dan 3

NO	SHER WALL		ISW	A(LUA S)	JAR AK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 1,2,3 ; A- 1,4	52	610	394875000	23400	2828.3	461057220
SW LT 1,2,3 ; A- 7,10	52	610	394875000	23400	2864.3	461899620
SW LT 1,2,3 ; L-1,4	52	610	394875000	23400	3001.6	465112440
SW LT 1,2,3 ; L- 7,10	52	610	394875000	23400	3036.1	465919740
I KOLM GLOBAL			1579500000	93600	11730	1579605330

MENENTUKAN JARAK SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)
LANTAI 4,5,dan 6

NO	SHERWA LL		ISW	A(LUAS)	JARAK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 4,5,6 ; A- 1,4	47	610	356906250	21150	2828.3	416724795
SW LT 4,5,6 ; A- 7,10	47	610	356906250	21150	2864.3	417486195
SW LT 4,5,6 ; L-1,4	47	610	356906250	21150	3001.6	420390090
SW LT 4,5,6 ; L- 7,10	47	610	356906250	21150	3036.1	421119765
I KOLM GLOBAL			1427625000	84600	11730	1427721330

MENENTUKAN JARAK SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)
LANTAI 7,8,dan 9

NO	SHERWA LL		ISW	A(LUAS)	JARAK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 7,8,9 ; A- 1,4	42	610	318937500	18900	2828.3	372392370
SW LT 7,8,9 ; A- 7,10	42	610	318937500	18900	2864.3	373072770
SW LT 7,8,9 ; L-1,4	42	610	318937500	18900	3001.6	375667740
SW LT 7,8,9 ; L- 7,10	42	610	318937500	18900	3036.1	376319790
I KOLM GLOBAL			1275750000	75600	11730	1275837330

MENENTUKAN JARAK SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)
LANTAI 10,11,dan 12

NO	SHERWA LL		ISW	A(LUAS)	JARAK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 10,11,12 ; A-1,4	37	610	280968750	16650	2828.3	328059945
SW LT 10,11,12 ; A-7,10	37	610	280968750	16650	2864.3	328659345
SW LT 10,11,12 ; L-1,4	37	610	280968750	16650	3001.6	330945390
SW LT 10,11,12 ; L-7,10	37	610	280968750	16650	3036.1	331519815
I KOLM GLOBAL			1123875000	66600	11730	1123953330

MENENTUKAN JARAK SHEARWAL DENGAN CR(DITINJAU DARI ARAH X)
LANTAI 13,14,dan 15

NO	SHERWA LL		ISW	A(LUAS)	JARAK dari CR	ISW global
	b	h				
SW LT 13,14,15 ; A-1,4	32	610	243000000	14400	2828.3	283727520
SW LT 13,14,15 ; A-7,10	32	610	243000000	14400	2864.3	284245920
SW LT 13,14,15 ; L-1,4	32	610	243000000	14400	3001.6	286223040
SW LT 13,14,15 ; L-7,10	32	610	243000000	14400	3036.1	286719840
I KOLM GLOBAL			972000000	57600	11730	972069330

➤ Untuk *Shearwall*

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 50/450

= Ix kolom total + A kolom total x jarak kolom ke pusat kekakuan

$$= 85357333.33 + (184000 \times 79362.5) = 14,688,057,333.33 \text{ cm}^4$$

2. Untuk Kolom

- Untuk Kolom lantai 1,2, dan 3

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 50/450

= Ix *shearwall* total + A *shearwall* total x jarak *shearwall* ke pusat kekakuan

$$= 1579500000 + (93600 \times 11730) = 2,677,456,080.00 \text{ cm}^4$$

- Untuk Kolom lantai 4,5, dan 6

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 47/450

= Ix *shearwall* total + A *shearwall* total x jarak *shearwall* ke pusat kekakuan

$$= 1427625000 + (84600 \times 11730) = 2,420,008,380.00 \text{ cm}^4$$

- Untuk Kolom lantai 7,8, dan 9

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 42/450

= Ix *shearwall* total + A *shearwall* total x jarak *shearwall* ke pusat kekakuan

$$= 1275750000 + (75600 \times 11730) = 2,162,560,680.00 \text{ cm}^4$$

- Untuk Kolom lantai 10,11, dan 12

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 37/450

= Ix *shearwall* total + A *shearwall* total x jarak *shearwall* ke pusat kekakuan

$$= 1123875000 + (66600 \times 11730) = 1,905,112,980.00 \text{ cm}^4$$

- Untuk Kolom lantai 13,14, dan 15

Maka jumlah kekakuan dinding geser dimensi 32/450

$$\begin{aligned} &= I_x \text{ shearwall total} + A \text{ shearwall total} \times \text{jarak shearwall ke pusat kekakuan} \\ &= 972000000 + (57600 \times 11730) = 1,647,665,280.00 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Untuk perbandingan persentase antara momen inersia Dinding geser dan Portal

3.14 Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)

3.14.1 Kinerja Batas Layan (Δ_s)

Drift Δ_s diperoleh dari hasil analisa struktur portal 3 dimensi menggunakan gempa respons spectrum berupa hasil deformasi lateral / simpanan horizontal maksimum peringkat yang terjadi pada rangka portal yang dapat di tinjau terhadap arah X dan arah Z.

Menurut SNI 03 – 1726 – 2002 pasal 8.12 Untuk memenuhi syarat kinerja batas layan, maka drift Δ_s antar tingkat tidak boleh lebih besar dari :

$$(\text{drift } \Delta_s) = \frac{0,03}{R} \times h_i$$

R = 2.8 Rangka bresing dimana bresingnya memikul bebabn gravitasi (Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6))

1. Tingkat 2, h = 500 cm

$$(\text{drift } \Delta_s) = \frac{0,03}{2.8} \times 500 = 5.357 \text{ cm}$$

2. Tingkat 2- 13, h = 350 cm

$$(\text{drift } \Delta_s) = \frac{0,03}{2.8} \times 350 = 3.750 \text{ cm}$$

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan ulimit gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan horisontal struktur $\delta_m \times \xi$ tidak boleh melampaui 0.02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan. SNI-1726-2002 pasal 8.2.2 hal 31.

Batas ultimit yang digunakan :

$$\delta_m \times \xi < 0.02 H$$

$$\delta_m \times 0.7 R < 0.02 H$$

$$\delta_m \times 0.7 \cdot 2.8 < 0.02 \cdot 500 \text{ dan } 0.02 \cdot 350$$

$$1.96 \delta_m < 10 \text{ cm dan } 7 \text{ cm}$$

Kontrol terhadap kinerja batas layan dan ultimit ditunjukkan pada tabel 3.10 dan 3.11

Kontrol Simpangan Antar Tingkat X

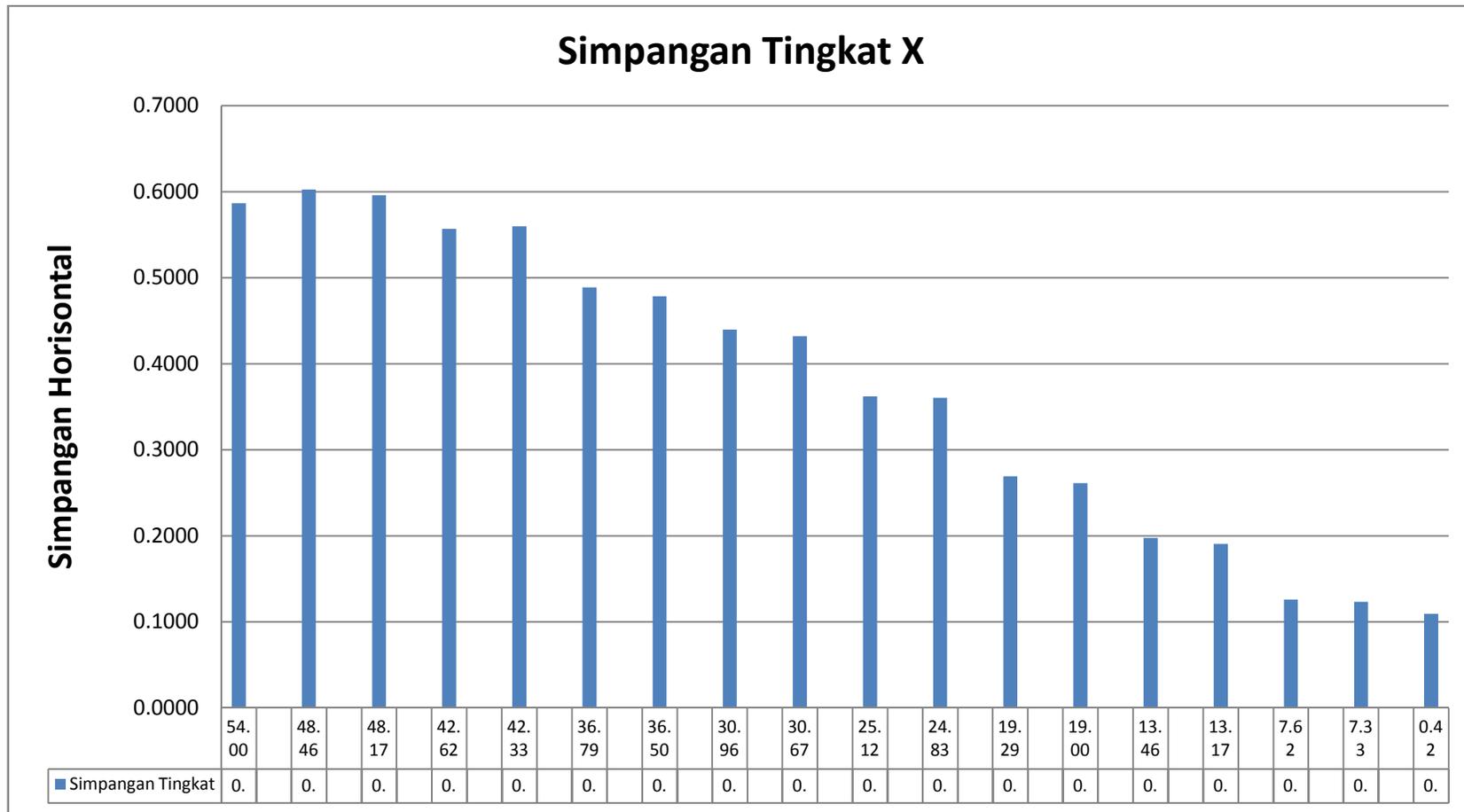
Base	Elevasi	X	δmx	Kontrol
180	54.00	0.5866	-0.0160	(OK)
161	48.46	0.6026	0.0067	(OK)
160	48.17	0.5959	0.0393	(OK)
141	42.62	0.5566	-0.0032	(OK)
140	42.33	0.5598	0.0710	(OK)
121	36.79	0.4888	0.0103	(OK)
120	36.50	0.4785	0.0388	(OK)
101	30.96	0.4397	0.0077	(OK)
100	30.67	0.4320	0.0700	(OK)
81	25.12	0.3620	0.0015	(OK)
80	24.83	0.3605	0.0911	(OK)
61	19.29	0.2694	0.0082	(OK)
60	19.00	0.2612	0.0635	(OK)
41	13.46	0.1977	0.0070	(OK)
40	13.17	0.1907	0.0648	(OK)
21	7.62	0.1259	0.0024	(OK)
20	7.33	0.1235	0.0141	(OK)
1	0.42	0.1094	0.1094	(OK)

Tabel 3. 12 Kontrol Simpangan Antar Tingkat X

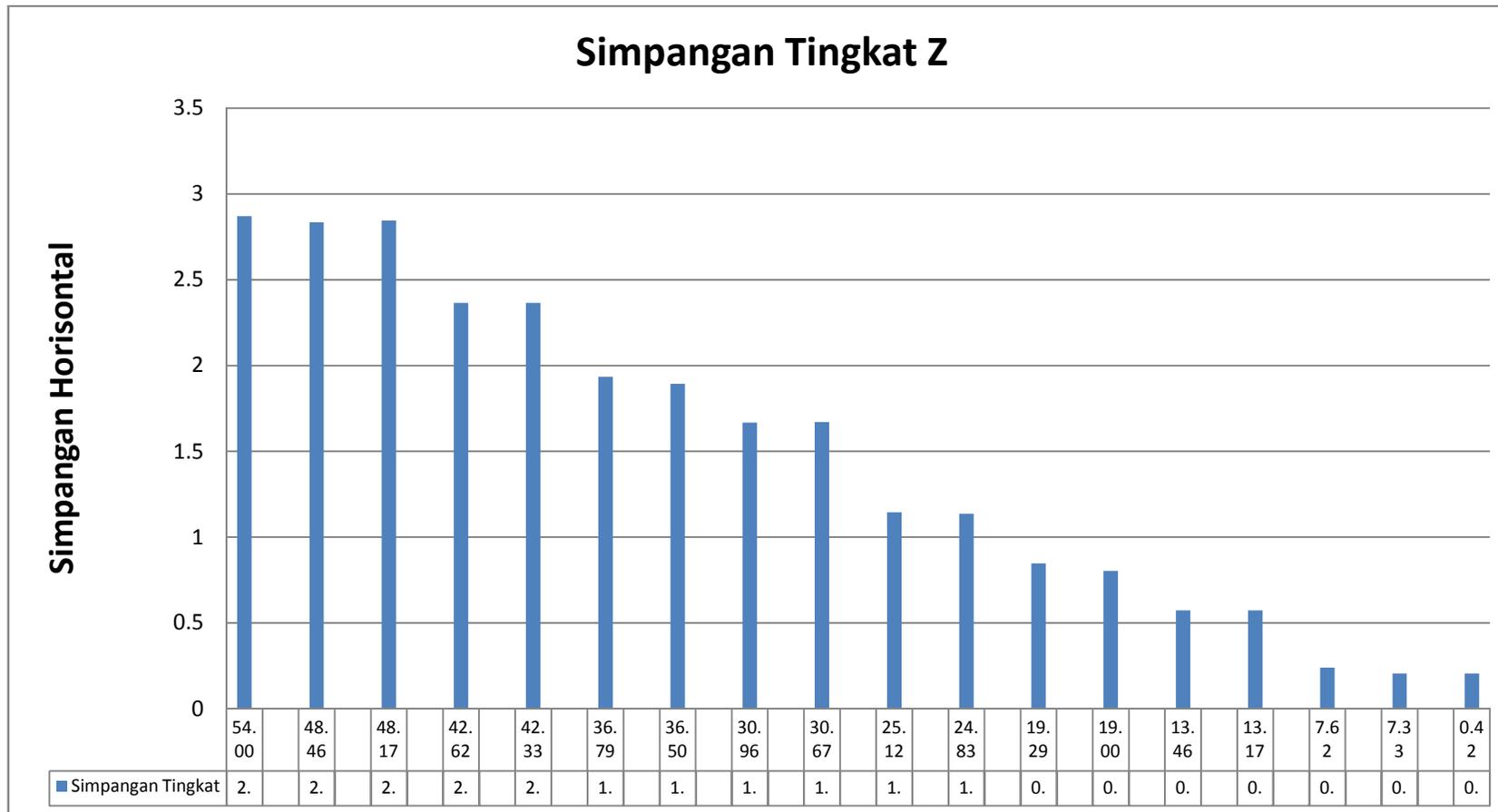
Kontrol Simpangan Antar Tingkat Z

Base	Elevasi	Z	δm_z	Kontrol
180	54.00	2.8711	0.0357	(OK)
161	48.46	2.8354	-0.0097	(OK)
160	48.17	2.8451	0.4804	(OK)
141	42.62	2.3647	-0.0005	(OK)
140	42.33	2.3652	0.4304	(OK)
121	36.79	1.9348	0.0407	(OK)
120	36.50	1.8941	0.2261	(OK)
101	30.96	1.6680	-0.0024	(OK)
100	30.67	1.6704	0.5261	(OK)
81	25.12	1.1443	0.0072	(OK)
80	24.83	1.1371	0.2897	(OK)
61	19.29	0.8474	0.045	(OK)
60	19.00	0.8024	0.2295	(OK)
41	13.46	0.5729	-0.0012	(OK)
40	13.17	0.5741	0.3338	(OK)
21	7.62	0.2403	0.0337	(OK)
20	7.33	0.2066	0.0011	(OK)
1	0.42	0.2055	0.2055	(OK)

Tabel 3. 13 Kontrol Simpangan Antar Tingkat Z



Gambar 3.6 Grafik Simpangan Tingkat Arah X



Gambar 3.7 Grafik Simpangan Tingkat Arah Z

3.15 Tabel Momen Shearwall

Kontrol Penampang Dinding Geser

Berdasarkan rumusan hasil penelitian T. Paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul " Seismic Design of Reinforce Concrete and Mansory Building ", dimensi dinding geser harus memenuhi persyaratan persyaratan sebagai berikut :

Untuk tebal sayap (tw_1)

$$tw_1 \geq \frac{h}{16}, \quad h \text{ adalah tinggi lantai}$$

untuk $h = 5$ Meter

$$tw_1 \geq \frac{5000}{16}$$

$$\geq 312.50 \text{ mm}$$

untuk $h = 3.5$ meter

$$tw_1 \geq \frac{3500}{16}$$

$$\geq 218.75$$

direncanakan $tw_1 = 350$ mm , maka memenuhi persyaratan di atas.

Untuk lebar dinding geser (lw)

$$lw_{maks} < 1.6 \times h_1$$

$$< 1.6 \times 350000$$

$$< 560000$$

Dimana $lw =$ lebar dinding geser

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

3. Direncanakan dengan dinding geser berjenjang karena gaya geser yang bekerja pada setiap lantai berbeda sepanjang sumbu global Y.
4. Ketebalan yang dibutuhkan dalam menahan gaya geser yang bekerja adalah sebagai berikut :

Lantai 1 sampai lantai 3 dibutuhkan ketebalan : 500 mm

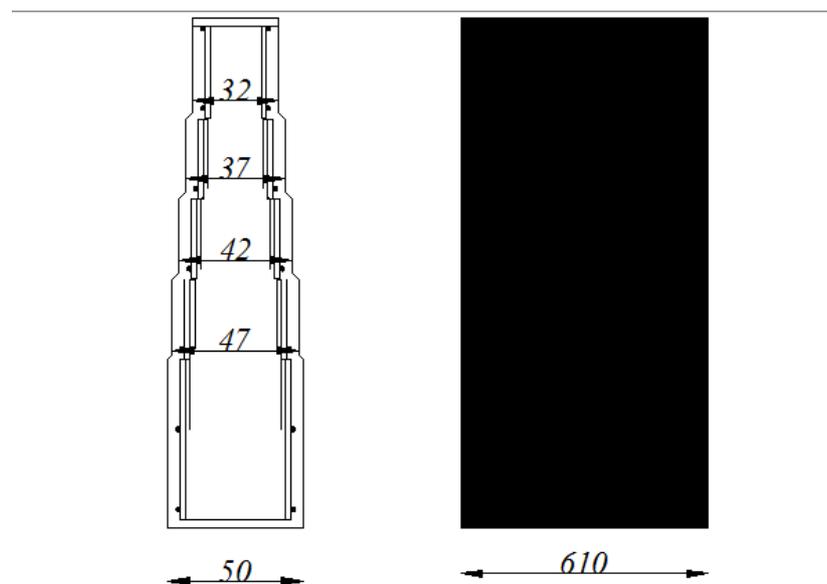
Lantai 4 sampai lantai 6 dibutuhkan ketebalan : 470 mm

Lantai 7 sampai lantai 9 dibutuhkan ketebalan : 420 mm

Lantai 10 sampai lantai 12 dibutuhkan ketebalan : 370 mm

Lantai 13 sampai lantai 15 dibutuhkan ketebalan : 320 mm

5. Permodelan Dinding Geser Berjenjang



Tebal Dinding Geser Lebar Dinding Geser

6. Dinding geser dengan lebar yang besar sangat akan menghasilkan daya tahan terhadap lentur dan terhadap gaya geser sehingga sangat efektif dalam menahan gaya lateral (gaya gempa).
7. Gaya geser yang paling besar terjadi di lantai paling bawah sehingga jumlah tulangan yang dipakai untuk lantai di atasnya akan semakin kecil.
8. 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.
9. Hasil penulangan
 6. Lantai 1 sampai 3
 - Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 19 - 94.5 dan 8 D 19 - 100 dari elevasi 0 sampai 12 meter.
 - Pada badan dinding geser menggunakan 52 D 19 - 200 dari elevasi 0 sampai 12 meter.
 - untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300
 7. Lantai 4 sampai 6
 - Pada ujung dinding geser menggunakan 5 D 16 - 94.5 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter.
 - Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 12 sampai 22.5 meter.
 - untuk tulangan sengkag digunakan D 16 - 300

8. Lantai 7 sampai 9

- Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter.
- Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 22.5 sampai 33 meter.
- untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

9. Lantai 10 sampai 12

- Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter.
- Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 33 sampai 43.5 meter.
- untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

10. Lantai 13 sampai 15

- Pada ujung dinding geser menggunakan 2 D 16 - 96 dan 8 D 16 - 100 dari elevasi 43.5 sampai 54 meter.
- Pada ujung dinding geser menggunakan 52 D 16 - 200 dari elevasi 43.5smpai 54 meter.
- untuk tulangan sengkag digunakan D 12 - 300

5.2 Saran

Dengan kemajuan teknologi saat ini, perencanaan struktur gedung portal 3D, kita dapat menggunakan fasilitas program Staad Pro yang mampu menghasilkan penulangan dan hasil output secara langsung,

tetapi tetap memperhatikan peraturan-peraturan yang ada akan lebih efisien dan dapat menghemat biaya pelaksanaan pekerjaan.

0	$\frac{721226.1}{721226.1}$	X	40	=	40	→	52CM
1	$\frac{721226.1}{721226.1}$	X	40	=	40	→	52CM
2	$\frac{263046.3}{721226.1}$	X	40	=	14.58884	→	52CM
3	$\frac{265480.0}{721226.1}$	X	40	=	14.72381	→	52CM
4	$\frac{238317.8}{721226.1}$	X	40	=	13.21737	→	47CM
5	$\frac{213734.2}{721226.1}$	X	40	=	11.85393	→	47CM
6	$\frac{192401.6}{721226.1}$	X	40	=	10.67081	→	47CM
7	$\frac{171453.6}{721226.1}$	X	40	=	9.509006	→	42CM
8	$\frac{151123.1}{721226.1}$	X	40	=	8.381453	→	42CM
9	$\frac{131018.1}{721226.1}$	X	40	=	7.266409	→	42CM
10	$\frac{110881.8}{721226.1}$	X	40	=	6.149628	→	37CM

$$11 \quad \frac{90398.4}{721226.1} \times 40 = 5.013594 \longrightarrow 37\text{CM}$$

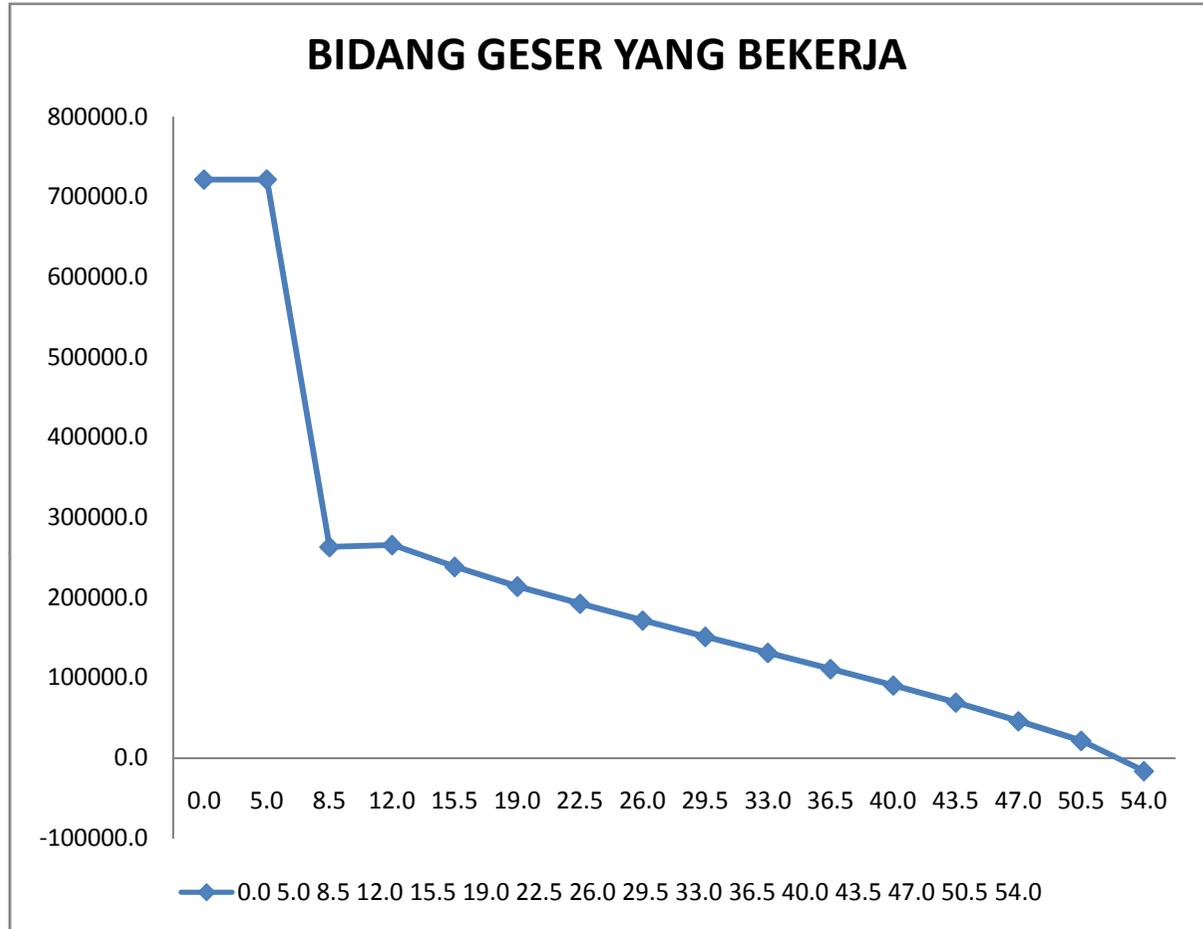
$$12 \quad \frac{69083.2}{721226.1} \times 40 = 3.831433 \longrightarrow 37\text{CM}$$

$$13 \quad \frac{45843.9}{721226.1} \times 40 = 2.542555 \longrightarrow 32\text{CM}$$

$$14 \quad \frac{21427.3}{721226.1} \times 40 = 1.188383 \longrightarrow 32\text{CM}$$

$$15 \quad \frac{-16295.7}{721226.1} \times 40 = -0.903779 \longrightarrow 32\text{CM}$$

BEAM	JARAK	Fz	Fy
1	0.0	721226.1	0
21020	5.0	721226.1	0
20952	8.5	263046.3	0
20884	12.0	265480.0	0
20816	15.5	238317.8	0
20748	19.0	213734.2	0
20680	22.5	192401.6	0
20612	26.0	171453.6	0
20544	29.5	151123.1	0
20476	33.0	131018.1	0
20408	36.5	110881.8	0
20340	40.0	90398.4	0
20272	43.5	69083.2	0
20204	47.0	45843.9	0
20136	50.5	21427.3	0
20060	54.0	-16295.7	0





SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Ir. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

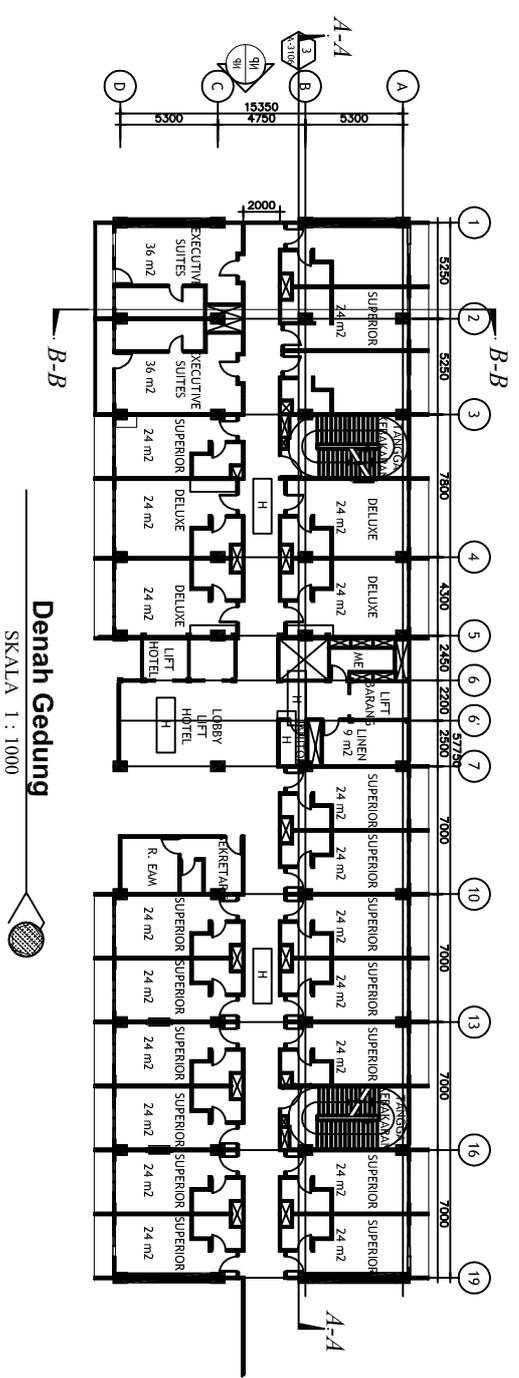
DISETUIHUI KOORDINATOR STRUKTUR

NAMA GAMBAR SEKALA

DENAH LANTAI 1 1 : 1000

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

1



Denah Gedung
SKALA 1 : 1000



SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Jl. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

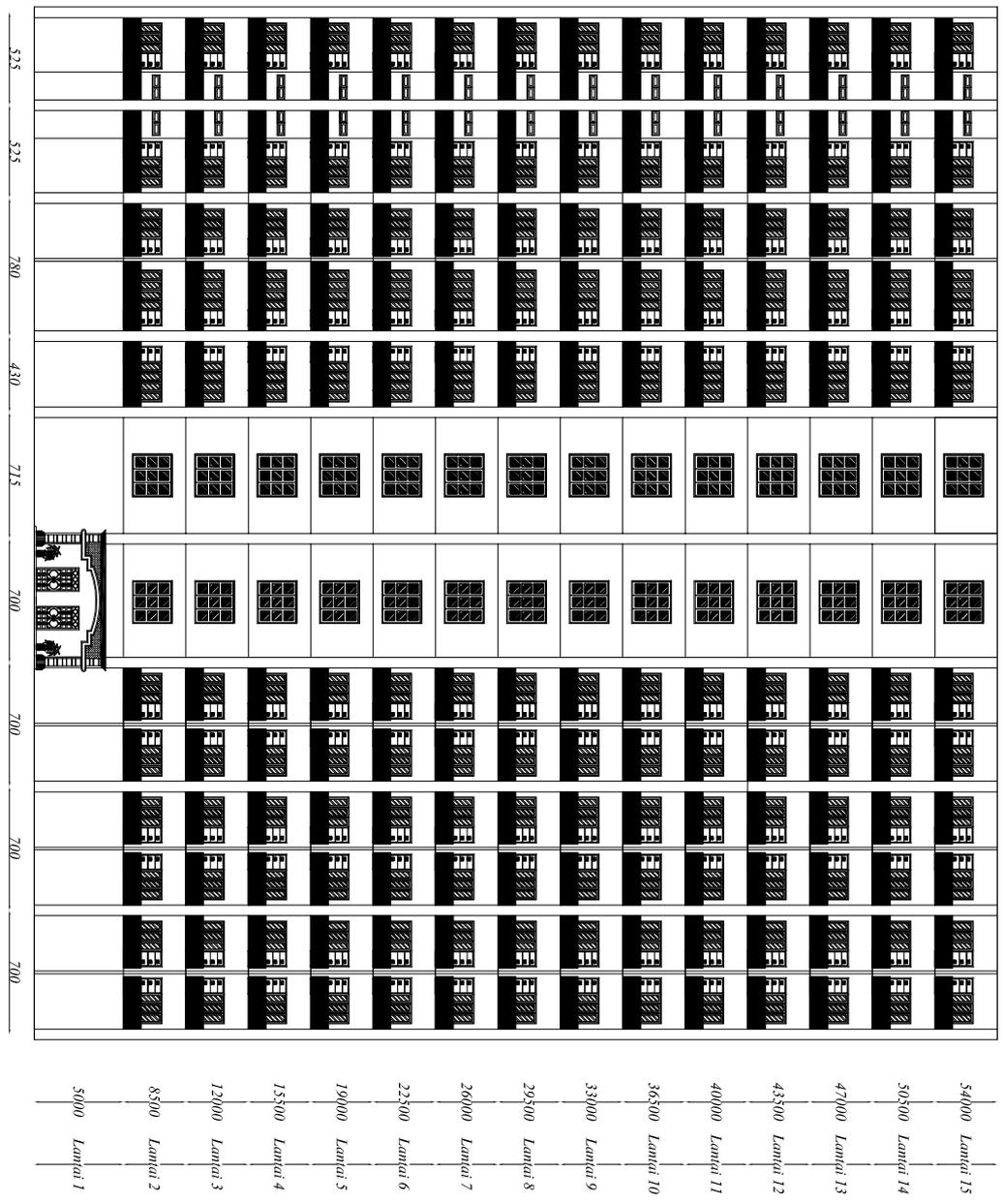
DISETUUJI KOORDINATOR STRUKTUR

NAMA GAMBAR SEKALA

DENAH
LANTAI 1 1 : 1000

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

1



Denah Potongan Dinding Geser A-A
SKALA 1 : 1000



SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Ir. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

DISETUJUI KOORDINATOR STRUKTUR

NAMA GAMBAR

SEKALA

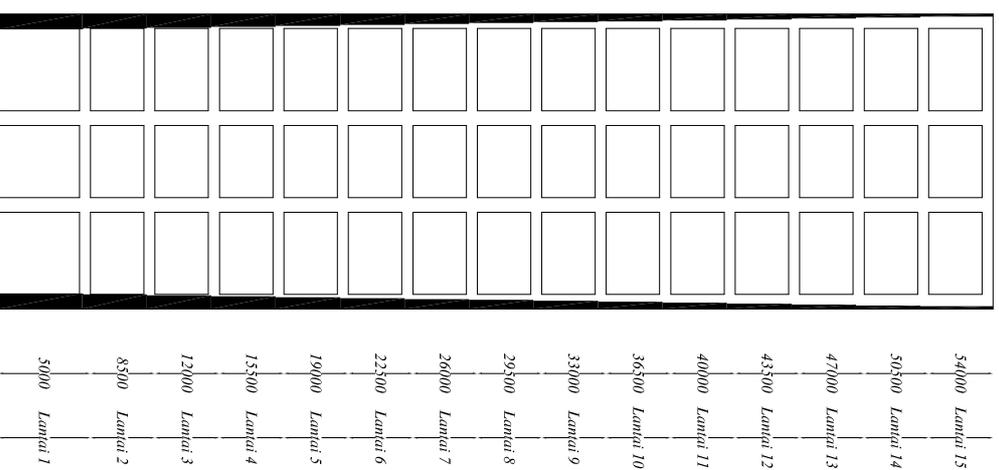
DENAH
LANTAI 1

1 : 1000

NO LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

1



Denah Potongan Dinding Geser B-B

SKALA 1 : 1000





SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Ir. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

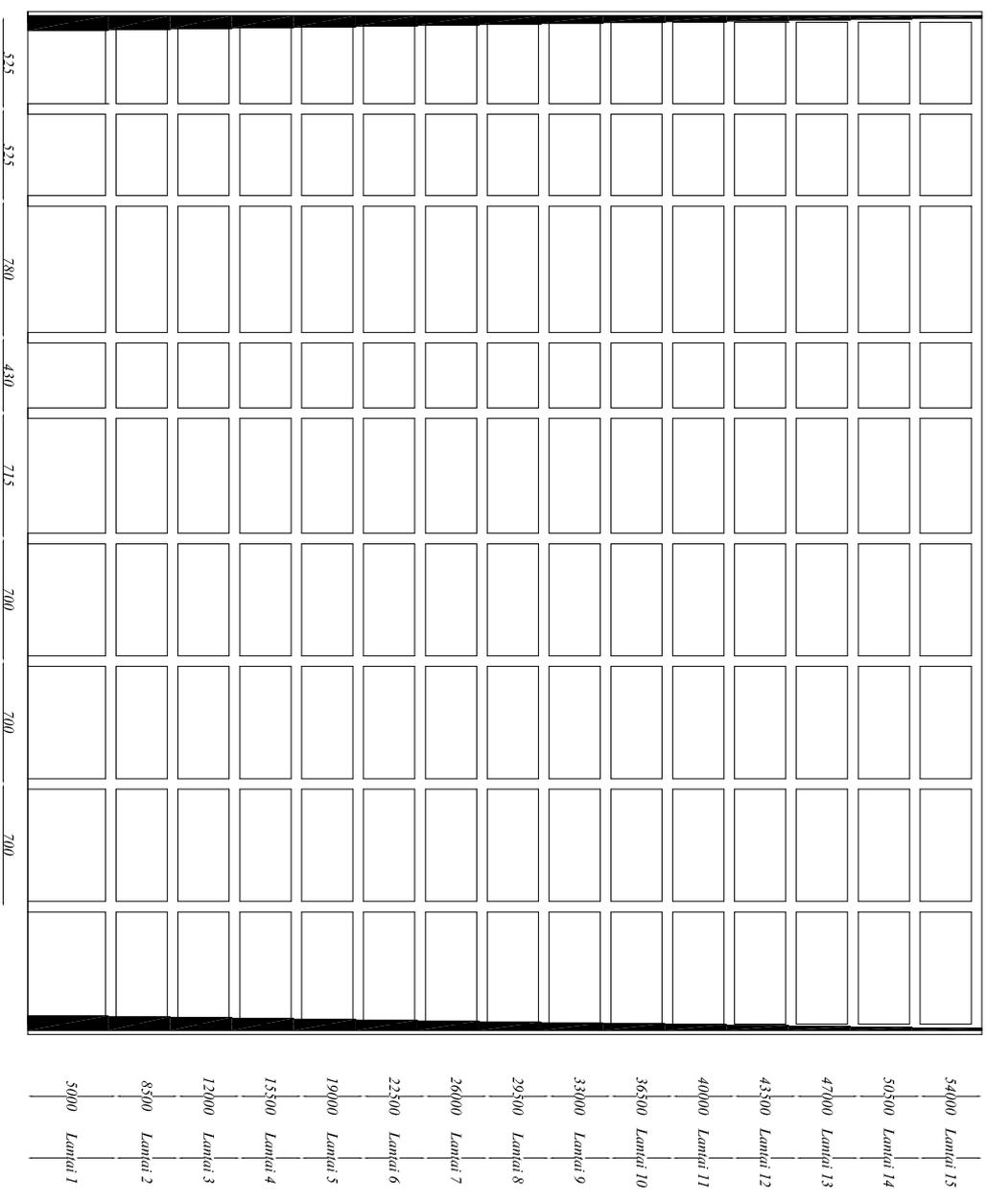
DISETUI KORDINATOR STRUKTUR

NAWA GAMBAR SEKALA

DENAH LANTAI 1 1 : 1000

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

1



Denah Potongan Dinding Geser A-A
SKALA 1 : 1000



SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Ir. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

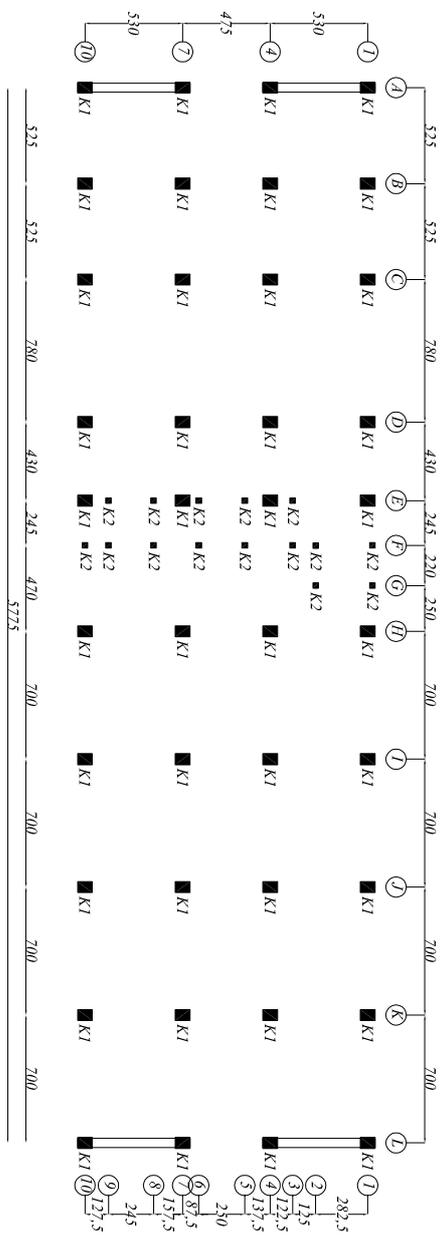
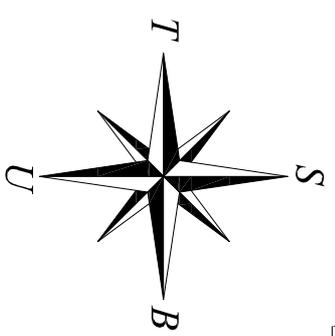
DISETUI KORDINATOR STRUKTUR

NAMA GAMBAR SEKALA

DENAH LANTAI 1
1 : 1000

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

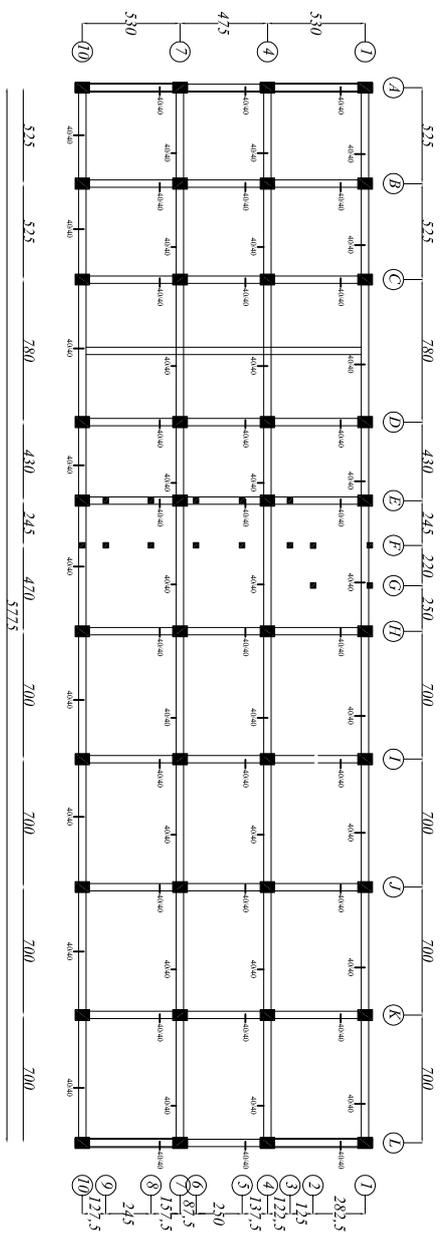
1



SISTEM KOLOM LANTAI 1-15

SKALA 1 : 1000

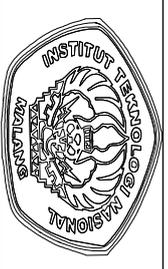
KETERANGAN :
K1 = 80%60
K2 = 50%50



SISTEM PEMBALOKAN LANTAI 1-15

SKALA 1 : 1000





SKRIPSI

Gedung Ijen Nirwana

STRUKTUR BANGUNAN
15 LANTAI

DIGAMBAR

RIZAL ARDIYANA
NIM : 0921035

DIPERIKSA / ASISTENSI

Ir. Bambang Wedyantadi, MT

DOSEN PEMBIMBING

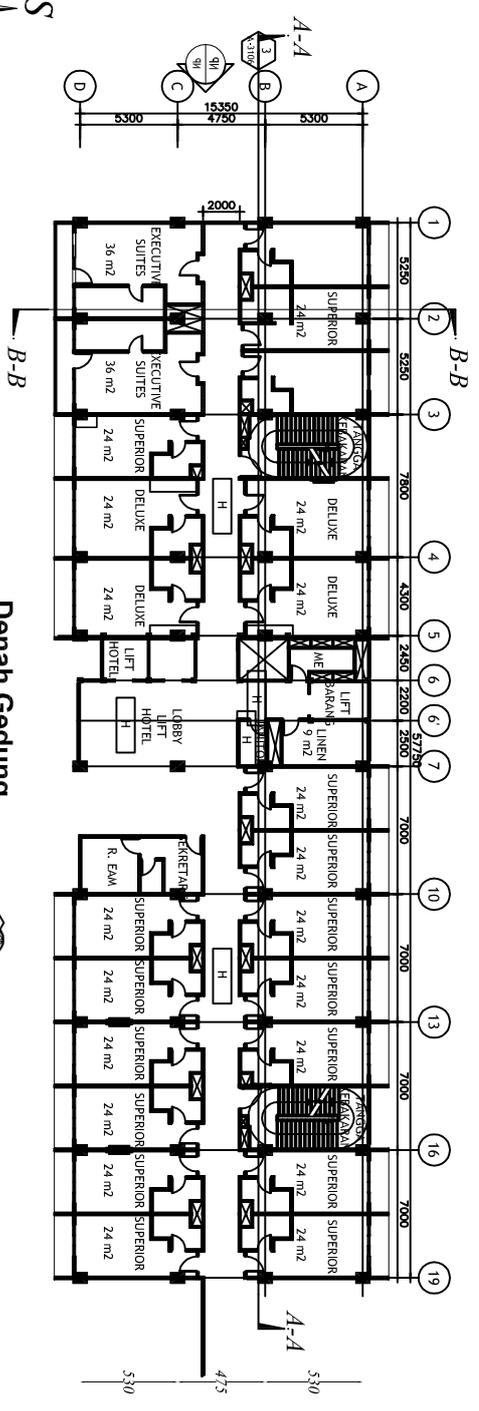
DISETUIHUI KOORDINATOR STRUKTUR

NAMA GAMBAR SEKALA

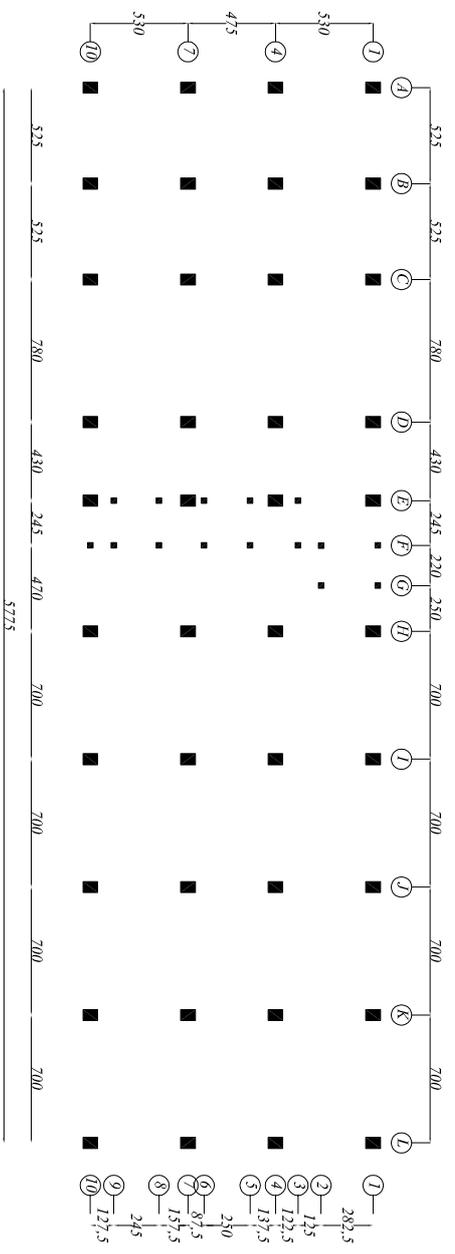
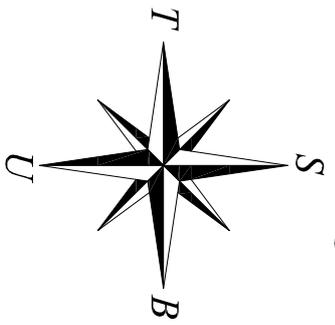
DENAH LANTAI 1
1 : 1000

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

1



Denah Gedung
SKALA 1 : 1000



Denah Pembagian Lateral (Gempa)
SKALA 1 : 1000

