

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN NILAI FAKTOR MODIFIKASI RESPON (R) DAN FAKTOR
KUAT LEBIH (Ω_0) TERHADAP PERPINDAHAN, SIMPANGAN DAN
DAKTILITAS PADA TIAP-TIAP STRUKTUR GABUNGAN DINDING
GESER PLAT BAJA DENGAN ANALISA *PUSHOVER*
(*Study Literatur*)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil**



Disusun oleh:

TANTYO ADHYTIA PRATAMA

1607210012

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan
Nomor dan tanggalnya

**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : fatek@umsu.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Tantyo Adhytia Pratama
NPM : 1607210012
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω_0) Terhadap Perpindahan, Simpangan dan Daktilitas Pada tiap-tiap Struktur Gabungan Dinding Geser Plat Baja Dengan Analisa *Pushover*
Bidang Ilmu : Struktur

**DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI**

UMSU

Medan, 17 November 2020

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Dosen Pembimbing

Tondi Amirsyah Putera S.T.M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Tantyo Adhytia Pratama
NPM : 1607210012
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : " Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan
Faktor Kuat Lebih (Ω_0) Terhadap Perpindahan,
Simpangan dan Daktilitas Pada tiap-tiap
Struktur Gabungan Dinding Geser Plat Baja Dengan
Analisa *Pushover*
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 November 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

Tondō Amirsyah P, S.T, M.T

Dosen Pembanding I

Sri Prafanti.ST.MT

Dosen Pembanding II

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Tanyo Adhytia Pratama
Tempat, Tanggal Lahir : Langsa, 11 Mei 1997
NPM : 1607210012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω_o) Terhadap Perpindahan, Simpangan dan Daktilitas Pada tiap-tiap Struktur Gabungan Dinding Geser Plat Baja Dengan Analisa *Pushover*”

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau ke sarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univeritas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 November 2020

Saya yang menyatakan,



Tanyo Adhytia Pratama

ABSTRAK

TINJAUAN NILAI FAKTOR MODIFIKASI RESPON (R) DAN FAKTOR KUAT LEBIH (Ω_0) TERHADAP PERPINDAHAN, SIMPANGAN DAN DAKTILITAS PADA TIAP-TIAP STRUKTUR GABUNGAN DINDING GESER PLAT BAJA DENGAN ANALISA PUSHOVER

Tantyo Adhytia Pratama

1607210012

Tondi Amirsyah Putera P.S.T, M.T

Kebutuhan ruang yang semakin tinggi di beberapa pusat kota besar mendorong terjadinya perluasan bangunan ke arah vertikal dengan menambah jumlah lantai (< 10 lantai). Faktor daktilitas struktur yang terkait dengan kriteria kekuatan struktur terdiri dari faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_0). Besarnya nilai R dan Ω_0 dipengaruhi oleh Kategori Desain Seismik (KDS) dimana struktur akan dibangun. Besarnya nilai R dan Ω_0 yang sebenarnya dimiliki struktur dapat diketahui dengan melakukan evaluasi terhadap hasil perancangan struktur menggunakan analisis pushover. Apabila nilai R dan Ω_0 dari hasil evaluasi relatif dengan estimasi awal maka perancangan struktur relatif akurat.

Pemodelan yang dilakukan mengasumsikan rangka pemikul momen dalam kondisi plastis sedangkan dinding geser dalam kondisi elastis. Simpangan, perpindahan terbesar yang terjadi dari ketiga pemodelan model terdapat pada pemodelan 2 dengan nilai $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $C_d = 6$ dengan nilai simpangan 253,545 mm, perpindahan 10,81 mm dan daktilitas terbesar terjadi pada pemodelan 1 $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $C_d = 6$ sebesar 2,739 satuan.

Kata Kunci: daktilitas, faktor modifikasi respon, faktor kuat lebih

ABSTRACT

REVIEW OF THE VALUE OF MODIFICATION OF RESPONSE (R) AND MORE STRONG (Ω_0) FACTORS ON TRANSFER, DISRUPTION AND DACTILITY IN EACH COMBINATION STRUCTURE OF STEEL PLATE SLIDING WALL WITH PUSHOVER ANALYSIS

Tantyo Adhytia Pratama

1607210012

Tondi Amirsyah Putera P S.T, M.T

The higher space requirements in several major city centers encourage vertical expansion of buildings by increasing the number of floors (<10 floors). The structural ductility factor associated with the structural strength criteria consists of the response modification factor (R) and the over strength factor (Ω_0). The magnitude of the R and Ω_0 values is influenced by the Seismic Design Category (KDS) in which the structure will be built. The actual R and Ω_0 values of the structure can be determined by evaluating the results of the structural design using pushover analysis. If the R and Ω_0 values from the evaluation results are relative to the initial estimates, the structural design is relatively accurate.

The modeling assumes that the moment-bearing frame is in a plastic condition while the shear wall is in an elastic condition. Deviation, the largest displacement that occurs from the three modeling models is in modeling 2 with a value of $R = 7$, $\Omega = 2.5$ and $C_d = 6$ with a deviation value of 253,545 mm, the displacement of 10.81 mm and the greatest ductility occurs in modeling 1 $R = 7$, $\Omega = 2.5$ and $C_d = 6$ at 2.739 units.

Keywords: ductility, response modification factor, stronger factor

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω_o) Terhadap Perpindahan, Simpangan dan Daktilitas Pada tiap-tiap Struktur Gabungan Dinding Geser Plat Baja Dengan Analisa *Pushover*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Tondi Amirsyah Putera P., S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Hj. Irma Dewi S.T, M.Si selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
6. Orang tua saya Nurhamdan, Yusmarni, S.Pd, dan saudara kandung saya Rendy Yovitra, Alvi Yoza Andika serta Nova Florannia sebagai pendamping penulis yang telah memberikan atas dukungan moril maupun material dan kasih sayang tulus selama ini kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Afiful Anshari, S.T yang telah membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
9. Fajar Arif,S.T, Bayu Arya Gunawan ST, Dicky Fadillah, Ridho Al Fandi,Fahmi, Muhammad dewangga, Siti Nabilah, Siti Nur Aflah S.Ked, Fenika Maytari S.K.G,Maulita Sari Sinaga, Alvin Dwi Rizky dan semua teman sejawat saya lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan,17 November 2020

Tantyo Adhytia Pratama

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	5
2.2. Konsep Dasar Mekanisme Gempa Bumi	5
2.3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	6
2.4. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019	7
2.4.1 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Resiko Bangunan	7
2.4.2 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang di Pertimbangkan Resiko Tertarget (MCE_R)	9
2.4.3 Parameter Percepatan Spektral Desain	11

2.4.4	Spektrum Respons Desain	11
2.4.5	Kategori Desain Seismik	13
2.4.6	Struktur Penahan Beban Gempa	14
2.4.7	Klasifikasi Situs dan Parameter	15
2.5.	Redudansi	17
2.5.1.	Kondisi Dimana nilai ρ adalah 1,0	17
2.5.2	Faktor Redudansi, ρ , untuk kategori desain seismic D sampai F	17
2.6.	Berat Seismik Efektif	19
2.7.	Penentuan Periode	19
2.7.1	Periode Fundamental Pendekatan	20
2.8.	Baja	21
2.9	Beton	21
2.10	Dinding Geser Plat Baja	23
2.11	Kombinasi Beban	23
2.12.	Pushover Analysis	24
2.13.	Batasan Deformasi ATC-40	25
BAB 3	METODOLOGI	
3.1.	Bagan Alir Penelitian	26
3.2.	Data-Data Perencanaan	28
3.3.	Data Seismeik Bangunan	30
3.4	Kombinasi Beban	33
3.5.	Pemodelan Menggunakan <i>Software</i>	34
BAB 4	ANALISA DATA	
4.1	Hasil Analisa Linier pada Struktur	37
4.1.1	Linier pada struktur dengan $R = 7.5, \Omega = 2.5, C_d = 6$	37
4.1.1.1	<i>Scale Factor</i>	37
4.1.1.2	Simpangan Antar Lantai	38
4.1.1.3	Pengaruh P-delta	39
4.1.1.4	Sistem Ganda	41
4.1.1.5	Ketidakteraturan Horizontal	41

4.1.1.5.1. Ketidakberaturan Torsi	41
4.1.1.6. Ketidakberaturan Vertikal	42
4.1.1.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan	
Tingkat Lunak	42
4.1.1.6.1. Ketidakberaturan Berat (Massa)	43
4.1.2 Linier pada struktur dengan $R = 7, \Omega = 2.5, C_d = 6$	43
4.1.2.1 <i>Scale Factor</i>	43
4.1.2.2 Simpangan Antar Lantai	45
4.1.2.3 Pengaruh P-delta	46
4.1.2.4 Sistem Ganda	47
4.1.2.5. Ketidakberaturan Horizontal	48
4.1.1.5.1. Ketidakberaturan Torsi	48
4.1.2.6. Ketidakberaturan Vertikal	49
4.1.2.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan	
Tingkat Lunak	49
4.1.2.6.2. Ketidakberaturan Berat (Massa)	50
4.1.3 Linier pada struktur dengan $R = 6, \Omega = 2,5, C_d = 5$	50
4.1.3.1 <i>Scale Factor</i>	50
4.1.3.2 Simpangan Antar Lantai	51
4.1.3.3 Pengaruh P-delta	53
4.1.3.4 Sistem Ganda	54
4.1.3.5 Ketidakberaturan Horizontal	55
4.1.3.5.1. Ketidakberaturan Torsi	55
4.1.3.6. Ketidakberaturan Vertikal	56
4.1.3.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan	
Tingkat Lunak	56
4.1.3.6.2. Ketidakberaturan Berat (Massa)	56
4.2. Analisa Pushover	57
4.2.1. Perbandingan simpangan antar lantai	57
4.2.1.1. Perbandingan simpangan antar lantai arah X	57
4.2.1.2. Perbandingan simpangan antar lantai arah Y	57
4.2.2. Perbandingan <i>Story drift</i> (Perpindahan)	58

4.2.2.1. Perbandingan <i>story drift</i> arah X	58
4.2.2.2 Perbandingan <i>story drift</i> arah Y	58
4.2.3. Perbandingan Daktilitas	60
4.2.4. Tingkat Kinerja Struktur	61
4.2.5. Tinjauan Nilai R Model 1 ,2 dan 3	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori resiko bangunan gedung dan struktur lainnya untuk beban gempa (SNI 1726:2019)	7
Tabel 2.2	Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2019)	9
Tabel 2.3	Koefisien situs, F_a (SNI 1726:2019)	10
Tabel 2.4	Koefisien situs, F_v (SNI 1726:2019)	11
Tabel 2.5	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek. (SNI 1726:2019)	14
Tabel 2.6	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik. (SNI 1726:2019)	14
Tabel 2.7.	Tabel 2.7. Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (SNI 1726:2019)	15
Tabel 2.8	Klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726:2019	16
Tabel 2.9	Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar. (SNI 1726:2019)	18
Tabel 2.10	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (SNI 1726:2019)	20
Tabel 2.11	Nilai periode pendekatan C_t dan x	20
Tabel 2.12	Spesifikasi material baja untuk keperluan desain (Dewobroto,2016)	21
Tabel 2.13	Batasan nilai f_c'	22
Tabel 2.14.	Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur (ATC-40,1996,11-4)	25
Tabel 3.1	Mutu beton dan modulus elastisitas.	30
Tabel 3.2	Sifat Mekanis baja structural	30
Tabel 3.3.	Faktor R, C_d , dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik	31
Tabel 3.4.	Koefisien Situs F_a (SNI 1726 :2019)	32
Tabel 3.5.	Koefisien Situs F_v (SNI 1726 :2019)	33
Tabel 3.6	Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x berdasarkan	

(SNI 1726:2019)	33
Tabel 3.7 Kombinasi Beban dengan Faktor redundansi 1.3	34
Tabel 4.1 Tabel Scale factor awal $R = 7,5$	37
Tabel 4.2. Tabel scale factor baru $R = 7,5$	38
Tabel 4.3 Pengecekan sistem ganda $R=7.5$	41
Tabel 4.4. Ketidakberaturan Torsi $R=7.5$	42
Tabel 4.5. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak $R=7.5$	42
Tabel 4.6. Ketidakberaturan Berat (Massa) $R=7.5$	43
Tabel 4.7 Tabel Scale factor awal $R = 7$	44
Tabel 4.8. Tabel scale factor baru $R = 7$	44
Tabel 4.9 Pengecekan sistem ganda dengan $R = 7$	48
Tabel 4.10. Ketidakberaturan Torsi dengan $R = 7$	49
Tabel 4.11. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dengan $R = 7$	49
Tabel 4.12. Ketidakberaturan Berat (Massa) dengan $R = 7$	50
Tabel 4.13 Tabel Scale factor awal $R = 6$	51
Tabel 4.14. Tabel scale factor baru $R = 6$	51
Tabel 4.15 Pengecekan sistem ganda dengan $R = 6$	55
Tabel 4.16. Ketidakberaturan Torsi dengan $R = 6$	55
Tabel 4.17. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dengan $R = 6$	56
Tabel 4.18. Ketidakberaturan Berat (Massa) dengan $R = 6$	56
Tabel 4.19. Tingkat kinerja struktur	61
Tabel 4.20 Tinjauan Nilai R	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pergerakan Pemukaan Tanah	6
Gambar 2.2	Parameter gerakan tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)	10
Gambar 2.3	Parameter gerakan tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1 detik (redaman kritis 5%)	10
Gambar 2.4	Spektrum respons desain	12
Gambar 2.5	Peta transisi periode panjang T_L , wilayah Indonesia	13
Gambar 2.6	Dinding geser pelat baja	23
Gambar 2.7	Kurva Tingkat Kinerja Struktur	25
Gambar 3.1	Bagan Alir Pengerjaan	27
Gambar 3.2.	Denah peletakan dinding geser	35
Gambar 3.3	Peletakan dinding pemodelan 2 D	35
Gambar 3.4	Peletakan dinding pemodelan 3 D	36

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Simpangan antar lantai arah X dengan $R= 7,5$	39
Grafik 4.2.	Simpangan antar lantai arah Y dengan $R= 7,5$	40
Grafik 4.3	Pengaruh P-delta arah X $R=7.5$	41
Grafik 4.4	Pengaruh P-delta arah Y $R=7.5$	41
Grafik 4.5.	Simpangan antar lantai arah X dengan $R= 7$	46
Grafik 4.6.	Simpangan antar lantai arah Y dengan $R = 7$	46
Grafik 4.7	Pengaruh P-delta arah X dengan $R = 7$	47
Grafik 4.8	Pengaruh P-delta arah Y dengan $R = 7$	48
Grafik 4.9.	Simpangan antar lantai arah X dengan $R= 6$	52
Grafik 4.10.	Simpangan antar lantai arah Y dengan $R = 6$	53
Grafik 4.11	Pengaruh P-delta arah X dengan $R = 6$	54
Grafik 4.12	Pengaruh P-delta arah Y dengan $R = 6$	54
Grafik 4.13.	Perbandingan simpangan antar lantai arah X.	57
Grafik 4.14.	Perbandingan simpangan antar lantai arah Y.	58
Grafik 4.15.	<i>Story drift</i> arah X	59
Grafik 4.16.	<i>Story drift</i> arah Y	60
Grafik 4.17.	Perbandingan nilai daktilitas.	61

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

E	= Modulus elastisitas (MPa)
F _y	= Kuat leleh baja
I _e	= Faktor keutamaan gempa
KDS	= Kategori desain seismik
S ₁	= Percepatan gempa untuk periode 1 detik
SDS	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek
SD ₁	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
S.F	= <i>Safety factor</i>
SMS	= Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek
SM ₁	= Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik
S _s	= Percepatan gempa untuk periode pendek
Δ	= Deformasi (mm)
Ω	= Faktor kuat lebih
R	= Faktor modifikasi respon
ρ	= Faktor Redudansi
T _s	= Perbandingan nilai SDS dengan SD ₁
μ	= Angka poisson
E _s	= Modulus elastis baja

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan ruang yang semakin tinggi di beberapa pusat kota besar mendorong terjadinya perluasan bangunan ke arah vertikal dengan menambah jumlah lantai (< 10 lantai). Sistem struktur yang umumnya dipakai pada struktur bangunan bertingkat rendah yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).

Penambahan struktur baja pada dinding plat baja struktur beton eksisting menghasilkan sistem rangka pemikul momen gabungan beton dan baja. Faktor daktilitas struktur dari sistem gabungan ini belum diatur secara eksplisit pada SNI 1726:2019. Faktor daktilitas struktur yang terkait dengan kriteria kekuatan struktur terdiri dari faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o). Besarnya nilai R dan W_o dipengaruhi oleh Kategori Desain Seismik (KDS) dimana struktur akan dibangun.. Menurut SNI 1726:2019, SRPM yang terletak pada KDS D harus dirancang memenuhi kriteria Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Apabila struktur rangka beton pada struktur rangka gabungan didesain sebagai SRPMK, apakah struktur dinding geser plat baja yang berdiri di atas struktur beton harus didesain sebagai SRPMK juga? Berapakah nilai R sesungguhnya dari struktur dinding geser plat baja tersebut? Untuk struktur yang belum diatur besarnya nilai faktor daktilitas struktur pada SNI 1726:2019, maka digunakan nilai estimasi R dan Ω_o untuk melakukan perancangan struktur.

Besarnya nilai R dan Ω_o yang sebenarnya dimiliki struktur dapat diketahui dengan melakukan evaluasi terhadap hasil perancangan struktur menggunakan analisis pushover. Apabila nilai R dan Ω_o dari hasil evaluasi relatif dengan estimasi awal maka perancangan struktur relatif akurat. Dengan demikian, dari hasil evaluasi yang dilakukan mampu menunjukkan besarnya nilai R dan Ω_o yang realistis pada perancangan struktur gabungan yang dimaksud dalam studi ini.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah tinjauan nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) pada struktur dinding geser plat baja khusus, beton komposit khusus dan beton khusus dengan analisa *pushover* diantaranya:

1. Bagaimana nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap perpindahan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit khusus analisis *pushover*..
2. Bagaimana nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap simpangan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit biasa analisis *pushover*..
3. Bagaimana nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap daktilitas pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit dengan analisis *pushover*.

1.3 Batasan Masalah

1. Mutu beton yang digunakan sebesar $F_c' = 30$
2. Mutu baja yang digunakan BJ 37.
3. Pemodelan yang dilakukan berjumlah 7 lantai.
4. Struktur berada pada kondisi tanah sedang (SD).
5. Pada peta gempa di ambil gempa pada daerah Banda Aceh
6. Struktur digunakan sebagai Pusat Telekomunikasi
7. Struktur termasuk dalam katagori 3.
8. Kategori desain seismik struktur masuk kedalam kategori D
9. Faktor Keutamaan Gempa (I_e)= 1.25
10. Pada pemodelan ini dinding dianggap tidak mengalami kerusakan (Elastis).
11. Pada pemodelan ini tidak membahas ekonomis struktur.

12. Pada penelitian ini untuk perilaku kolom dan balok sistem tahan gempa diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap perpindahan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit khusus dengan analisis *pushover*.
2. Membandingkan nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap simpangan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit biasa dengan analisis *pushover*.
3. Membandingkan nilai faktor modifikasi respon (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) terhadap daktilitas pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit dengan analisis *pushover*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini penulis dapat mengetahui efektifitas dari nilai faktor modifikasi (R) dan faktor kuat lebih (Ω_o) pada struktur dinding geser plat baja dan rangka beton komposit khusus bertulang, dinding geser plat baja dan rangka beton komposit biasa, dan dinding geser plat baja dengan rangka beton khusus menggunakan analisis *pushover*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam Bab ini akan menguraikan hal-hal umum mengenai tugas akhir seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori, konsep, dan rumus sesuai dengan acuan judul tugas akhir ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.

BAB 4 HASIL PEMBAHASAN

Menguraikan hasil pembahasan analisis desain dan kinerja struktur.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan berisi kesimpulan sesuai dengan analisis terhadap penelitian dan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang lebih baik di masa yang akan datang.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

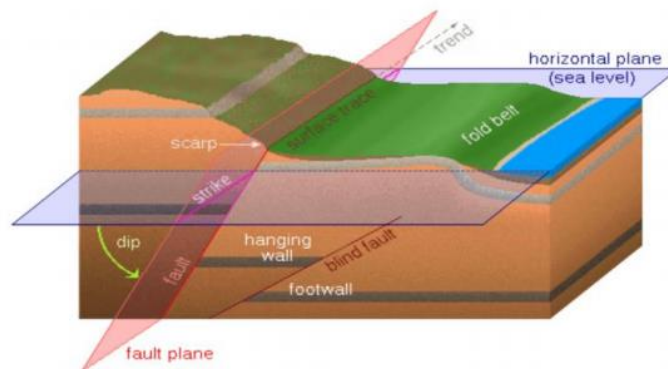
2.1. Umum

Pada Bab ini akan dibahas mengenai teori-teori dasar dan syarat-syarat/ketentuan yang berhubungan dalam perencanaan struktur bangunan yang akan dianalisa, seperti persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung berdasarkan SNI 2847:2019, baja, teori gempa, sistem struktur penahan gempa, tata cara perencanaan bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dan teori-teori terkait lainnya yang berhubungan dengan perhitungan atau analisa data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini.

2.2. Konsep Dasar Mekanisme Gempa Bumi

Gempa bumi adalah pelepasan energi pada muka bumi, merambat melalui permukaan tanah. Terjadinya gempa bumi disebabkan oleh benturan/gejakan antara plat tektonik (lempeng bumi) atau amblesnya dasar laut. Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar bertumbukkan dengan lempeng benua di zona tumbukan (subduksi) akan menyusup ke bawah. Gerakan lempeng itu akan mengalami perlambatan akibat gesekan dari selubung bumi. Perlambatan gerak itu menyebabkan penumpukkan energi di zona subduksi dan zona patahan. Akibatnya zona-zona itu terjadi tekanan, tarikan dan geseran. Pada batas elastisitas lempeng terlampaui maka terjadilah patahan batuan yang diikuti oleh lepasnya energi secara tiba-tiba. Proses ini menimbulkan getaran partikel ke segala arah yang disebut gelombang gempa.

Pergeseran/benturan antar plat tektonik menyebabkan plat tektonik bergerak. Pergerakan plat tektonik mengakibatkan permukaan tanah bergeser, sebagaimana pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Skema Pergerakan Permukaan Tanah

Mekanisme pergeseran/benturan antar plat tektonik adalah sebagai berikut :

1. Subduction, yaitu plat tektonik yang satu membelok ke bawah, sedangkan plat tektonik yang lainnya sedikit terangkat.
2. Extrusion, yaitu kedua plat tektonik saling bergerak keatas kemudian saling menjauh.
3. Intrusion, yaitu kedua plat tektonik saling mendekat dan saling bergerak kebawah.
4. Transcursion, yaitu plat tektonik yang satu bergerak vertikal/horisontal terhadap yang lain

Bila gempa bumi terjadi, maka struktur bangunan akan ikut terpengaruh oleh getaran gempa. Selanjutnya struktur bangunan akan merespons gempa tersebut. Struktur akan beresonansi memberikan gaya-gaya dalam. Apabila gaya gempa < gaya dalam struktur, maka struktur akan kuat dan aman menahan beban gempa. Sebaliknya bila gaya gempa > gaya dalam struktur, maka struktur tidak kuat dan tidak aman menahan beban gempa selanjutnya bisa jadi struktur runtuh.

2.3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Pengertian dari Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) adalah suatu sistem rangka ruang dalam dimana komponen – komponen struktur dan join – joinnya dapat menahan gaya–gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial.

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipakai untuk daerah dengan resiko gempa tinggi.

2.4. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019

Perencanaan suatu konstruksi gedung harus memperhatikan aspek kegempaan, terutama di Indonesia karena merupakan salah satu daerah dengan zona gempa yang tinggi. Aspek kegempaan tersebut dianalisis berdasarkan peraturan yang berlaku dinegara tersebut dan Indonesia memiliki peraturan sendiri dan peta gempunya. Peraturan yang berlaku saat ini adalah SNI 1726:2019

2.4.1. Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Resiko Bangunan

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan nongedung sesuai Tabel 2.1 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan gempa I_e menurut Tabel 2.2. Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV.

Tabel 2.1. Kategori resiko bangunan gedung dan struktur lainnya untuk beban gempa (SNI 1726:2019)

Jenis Pemanfaatan	Kategori
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat	III

Tabel 2.1.Lanjutan

Jenis Pemanfaatan	Kategori
<ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran</p>	<p>III</p>

Tabel 2.2. Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2019)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.5

2.4.2 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang di Pertimbangkan Resiko Tertarget (MCE_R)

Untuk penentuan respon spektrum percepatan gempa MCE_R dipermukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan rumus:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (2.1)$$

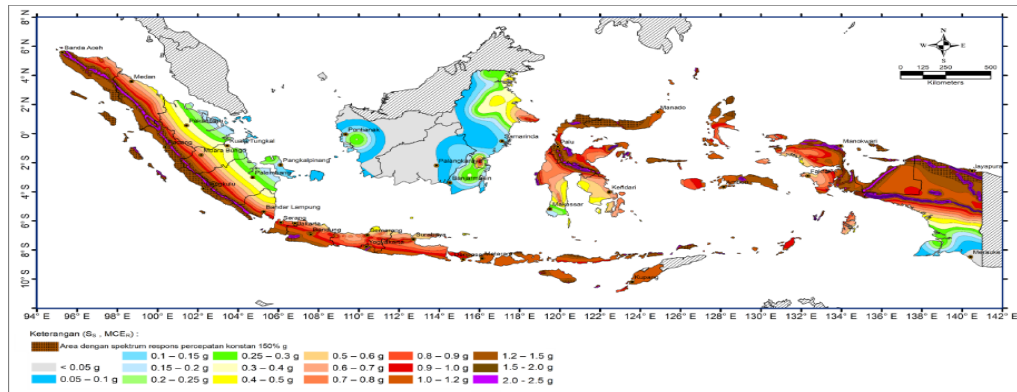
$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (2.2)$$

Keterangan:

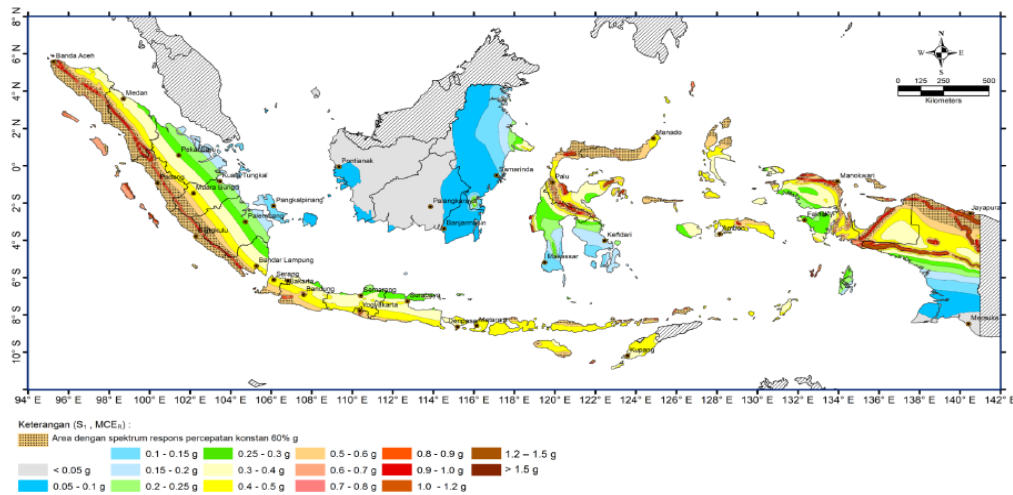
S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek.

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1 detik.

Untuk menentukan nilai S_s dan S_1 dapat dilihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3



Gambar 2.2 Parameter gerakan tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)



Gambar 2.3 Parameter gerakan tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1 detik (redaman kritis 5%)

Dengan koefisien situ F_a dan F_v dapat ditentukan pada tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3 Koefisien situs, F_a (SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang di pertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0

Tabel 2.3 Lanjutan

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang di pertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

a) SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

Tabel 2.4 Koefisien situs, F_v (SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang di pertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 1$ detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,8	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,2	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

2.4.3. Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik, S_{D1} , ditentukan dengan rumus:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2.3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2.4)$$

2.4.4. Spektrum Respons Desain

Spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara lain dan prosedur gerak tanah dari spesifik situs tidak digunakan, maka kurva spectrum respons desain harus dikembangkan pada gambar 2.3 dan mengikuti ketentuan dibawah ini:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_o , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_o} \right) \quad (2.5)$$

- Untuk periode yang lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS}
- Untuk periode lebih besar T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_1 respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.6)$$

- Untuk periode yang lebih besar dari T_1 , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan:

$$S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} \quad (2.7)$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek.

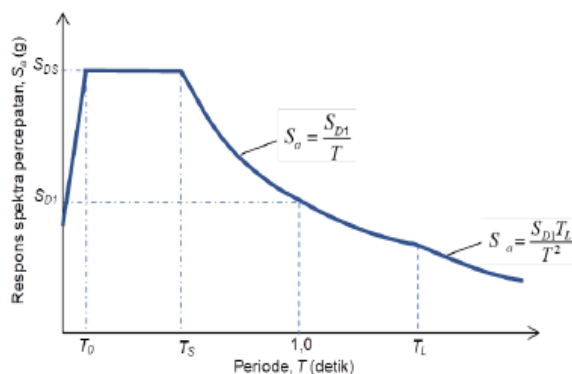
S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

T = periode getar fundamental struktur.

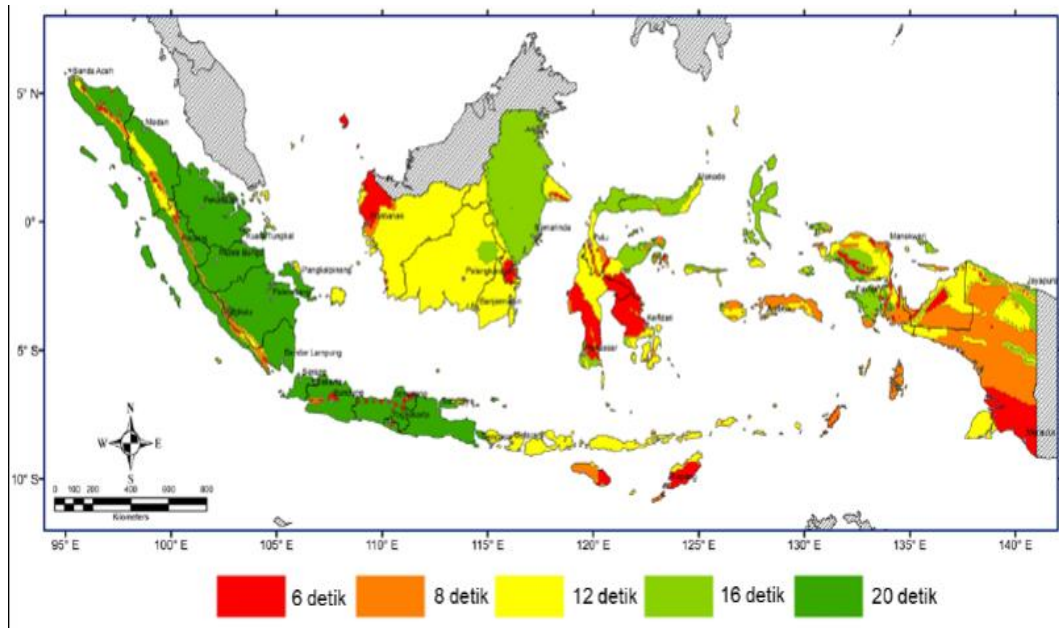
$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

T_L = peta transisi periode panjang yang ditunjukkan pada gambar 2.4 yang nilainya diambil dari gambar 2.5



Gambar 2.4 Spektrum respons desain



Gambar 2.5 Peta transisi periode panjang T_L , wilayah Indonesia

2.4.5. Kategori Desain Seismik

Struktur dengan kategori resiko I, II, atau III yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Struktur yang berkategori IV yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismic F. Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, S_{DS} dan S_{D1} . Masing-masing bangunan dan struktur harus ditetapkan dalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu pada tabel 2.5 dan tabel 2.6, terlepas dari nilai periode fundamental getaran struktur, T .

Tabel 2.5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek. (SNI 1726:2019)

Nilai S_{DS}	Kategori resiko	
	I, II dan III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik. (SNI 1726:2019)

Nilai S_{D1}	Kategori resiko	
	I, II dan III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,2$	C	D
$0,2 \leq S_{D1}$	D	D

2.4.6. Struktur Penahan Beban Gempa

Sistem penahan gaya seismik lateral dan vertical dasar harus memenuhi satu tipe yang telah ditetapkan pada SNI 1726:2019 pasal 7.2. Sistem struktur pemikul gaya seismik. Setiap sistem penahan gaya seismik yang dipilih harus dirancang dan didetailkan sesuai dengan persyaratan khusus bagi sistem tersebut yang telah ditetapkan.

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.2.2 Kombinasi sistem struktur dalam arah yang berbeda, sistem struktur penahan gaya seismic gempa ditentukan oleh parameter :

1. Faktor koefisien modifikasi respon (R)
2. Faktor kuat lebih sistem (Ω_0)
3. Faktor pembesaran defleksi (Cd)
4. Faktor batasan tinggi sistem.

Tabel 2.7. Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (SNI 1726:2019)

Sistem penahan gaya gempa seismic	Koefisien modifikasi respon R^a	Faktor kuat lebih Sistem Ω_0^s	Faktor pembesaran defleksi C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur				
				Katagori desain seismeik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
2. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI

2.4.7. Klasifikasi Situs dan Parameter

Prosedur untuk klasifikasi suatu situs untuk memberikan kriteria seismik adalah berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perumusan kriteria seismeik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran

percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasi terlebih dahulu. Profil tanah disitus harus diklasifikasikan berdasarkan profil tanah lapisan 30 m paling atas. Penetapan kelas situs harus melalui penyelidikan tanah dilapangan dan dilaboratorium yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat, berikut disajikan dalam Tabel 2.8

Tabel 2.8 Klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726:2019

Kelas situs	V_s (m/detik)	N atau N_{ch}	S_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $W \geq 40\%$, dan 3. Kuat geser niralir $S_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1 tentang analisa respon situs berdasarkan SNI 1726:2019	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $S_u < 50$ kPa.		

Catatan : N/A = tidak dapat dipakai

2.5. Redudansi

Faktor redudansi, ρ , harus diaplikasikan pada masing-masing kedua ortogonal untuk semua sistem struktur pemikul momen gaya seismik.

2.5.1. Kondisi Dimana nilai ρ adalah 1,0

Nilai ρ diizinkan sama dengan 1,0, untuk hal-hal berikut ini:

1. Desain struktur untuk kategori desain sesimik B atau C.
2. Perhitungan simpangan antara tingkat dan pengaruh P-delta.
3. Desain komponen non struktural.
4. Desain struktur non gedung yang tidak mirip dengan bangunan gedung.
5. Desain elemen kolektor, sambungan lewatan, dan sambungan, yang memperhitungkan kombinasi pengaruh beban seismik.
6. Desain elemen struktur atau sambungan yang memperhitungkan kombinasi pengaruh beban seismik termasuk faktor kuat lebih.
7. Beban diafragma termasuk batasan.
8. Desain struktur dengan sistem peredam.
9. Desain dinding struktural terhadap gaya keluar bidang, termasuk sistem angkurnya.

2.5.2. Faktor Redudansi, ρ , untuk kategori desain seismic D sampai F

Untuk struktur dengan kategori desain seismik D yang tidak memiliki keberaturan torsi berlebihan, ρ harus sebesar 1,3. Kategori seismik desain E dan F tidak diizinkan memiliki ketidak batasan torsi berlebihan. Untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan dengan kategori desain seismik D, E, dan F, ρ harus sebesar 1,3, kecuali jika satu dari dua kondisi berikut dipenuhi, di mana ρ di izinkan diambil sebesar 1,0:

1. Masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% geser dasar dalam arah yang harus sesuai dengan tabel 2.9.
2. Struktur dengan denah beraturan di semua tingkat dengan sistem pemikul gaya seismik terdiri dari paling sedikit dua bentang perimeter pemikul gaya seismik yang merangka pada masing-masing sisi struktur dalam

masing-masing arah ortogonal di setiap tingkat yang menahan lebih dari 35% geser dasar. Jumlah bentang untuk dinding geser harus dihitung sebagai panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat atau dua kali panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat, h_{sx} , untuk konstruksi rangka ringan.

Tabel 2.9. Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar. (SNI 1726:2019)

Elemen pemikul gaya lateral	Persyaratan
Rangka dengan bresing	Penghilangan suatu bresing individu, atau sambungan yang terhubung, tidak akan mengakibatkan reduksi kekuatan tingkat lebih dari 33% dan tidak akan menghasilkan sistem dengan ketidakberaturan torsi yang berlebihan (ketidakberaturan struktur horizontal tipe 1b)
Rangka pemikul momen	Kehilangan tahanan momen disambungan balok-kolom dikedua ujung suatu balok tunggal tidak akan mengakibatkan reduksi kekuatan tingkat lebih dari 33% dan tidak akan menghasilkan sistem dengan ketidakberaturan torsi yang berlebihan (ketidakberaturan struktur horizontal tipe 1b).
Dinding geser atau pilar dinding dengan rasio tinggi terhadap panjang lebih besar dari 1,0	Penghilangan suatu dinding geser atau pilar dinding dengan rasio tinggi terhadap panjang lebih besar dari 1,0 disebarang tingkat, atau sambungan kolektor yang terhubung, tidak akan mengakibatkan reduksi kekuatan

Tabel 2.9. *Lanjutan*

Elemen pemikul gaya lateral	Persyaratan
	tingkat lebih dari 33%, dan tidak akan menghasilkan sistem dengan ketidakberaturan torsi yang berlebihan (ketidakberaturan struktur tipe 1b)
Kolom kantilever	Kehilangan ketahanan momen di sambungan dasar pada sembarang kolom kantilever tunggal tidak akan mengakibatkan reduksi kekuatan tingkat lebih dari 33%, dan tidak akan menghasilkan sistem dengan ketidakberaturan torsi yang berlebihan (ketidakberaturan struktur tipe 1b)
Lainnya	Tidak ada persyaratan

2.6. Berat Seismik Efektif

Berat seismik efektif, W , harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar dibawah ini:

1. Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan: minimum sebesar 25% beban hidup lantai.
2. Jika ketentuan desain beban lantai untuk partisi di syaratkan SNI 1727, sebesar beban terbesar antara berat partisi aktual atau berat daerah lantai minimum sebesar $0,48 \text{ KN/m}^2$
3. Berat operasional total dari peralatan yang permanen.
4. Berat lanskap dan beban lainnya pada taman atap dan area sejenis.

2.7. Penentuan Periode

Periode fundamental struktur, T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan sifat struktur dan karakteristik deformasi elemen pemikul dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil

perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dari tabel 2.10 dan periode fundamental pendekatan, T_a . Sebagai alternatif dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur, T , diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a .

Tabel 2.10 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (SNI 17726:2019)

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

2.7.1. Periode Fundamental Pendekatan

Periode fundamental pendekatan, T_a dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2.8)$$

Keterangan:

h_n adalah ketinggian struktur (m), diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan dari tabel 2.11.

Tabel 2.11 Nilai periode pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka pemikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik: <ul style="list-style-type: none"> • Rangka baja pemikul momen • Rangka beton pemikul momen 	0,0724 0,0466	0,8 0,9
Rangka baja dengan bresing eksentrik	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sebagai alternatif, diizinkan untuk menentukan periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat dimana sistem pemikul gaya seismik terdiri dari rangka pemikul momen yang seluruhnya beton atau seluruhnya baja dan rata-rata tinggi tingkat sekurang-kurangnya 3 m:

$$T_a = 0,1N \quad (2.9)$$

Keterangan:

N = jumlah tingkat

2.8. Baja

Dari buku struktur baja (Dewobroto,2016), ada beberapa spesifikasi yang digunakan dalam desain, yaitu:

Tabel 2.12 Spesifikasi material baja untuk keperluan desain (Dewobroto,2016)

Type	Kuat leleh min. (MPa)	Kuat tarik min. (MPa)	Elongasi min. (%)
BJ 34	210	340	22
BJ 37	240	370	20
BJ 41	250	410	18
BJ 50	290	500	16
BJ 55	410	550	13

Modulus elastisitas baja, $E_s = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus geser, $G = 80.000 \text{ MPa}$

Angka poisson, $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$

2.9. Beton

Menurut SNI 2847-2019, dalam menentukan kuat tekan beton (f'_c) terdapat batasan yang di syaratkan, ialah:

Tabel 2.13 Batasan nilai f_c'

Kegunaan	Jenis beton	Nilai f_c' minimum (MPa)	Nilai f_c' maksimum (MPa)
Umum	Berat Normal dan beton ringan	17	Tidak ada batasan
Sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural khusus	Berat normal	21	Tidak ada batasan
	Berat Ringan	21	35 ⁽¹⁾

⁽¹⁾Batasan diizinkan untuk dilewati bila bukti hasil eksperimental dari elemen struktur yang terbuat dari beton ringan menunjukkan kekuatan dan keteguhan (*toughness*) yang sama atau melebihi dari elemen yang dibuat dengan menggunakan beton normal dengan kekuatan yang sama.

Pada angkur, nilai f_c' yang digunakan tidak boleh melebihi 70 MPa untuk angkur tanam dicor di tempat, dan 55 MPa untuk angkur tanam pascacor. Pengujian diperlukan untuk angkur tanam pascacor bilamana digunakan pada beton dengan f_c' lebih besar dari 55 MPa.

Modulus elastisitas beton, E_c , yang diizinkan ialah:

- a. Untuk nilai w_c diantara 1400 dan 2560 kg/m³, nilai modulus elastisnya

$$E_c = w_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f_c'} \quad (2.10)$$

- b. Untuk beton normal

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} \quad (2.11)$$

Keterangan:

E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

w_c = berat beton (kg/m³)

2.10. Dinding Geser Plat Baja

Dinding geser pelat baja (*Steel Plate Shear Wall* atau *SPSW*) adalah sebuah sistem penahan beban lateral yang terdiri dari pelat baja vertikal padat, menghubungkan balok dan kolom disekitarnya, dan terpasang dalam satu atau lebih plat sepanjang ketinggian struktur membentuk sebuah dinding penopang (*Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA Paperno.1089*). Sebuah dinding geser atau shear wall merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Secara umum fungsi dari dinding geser atau shear wall secara umum adalah memperkuat gedung, meredam guncangan akibat gempa, Mengurangi biaya perawatan gedung, daya pikul beban di sekitar dinding mampu ditingkatkan



Gambar 2.6 Dinding geser pelat baja

2.11. Kombinasi Beban

Dalam SNI 1726-2019 tentang pembebanan kombinasi beban untuk desain kekuatan seperti dibawah ini:

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$

5. $0,9D + 1,0W$

Kombinasi untuk beban seismik harus digunakan:

6. $1,2D + E_v + E_h + L + 0,2S$

7. $0,9D - E_v + E_h$

Dimana:

D = beban mati

L = beban hidup

L_r = beban hidup atap

S = beban salju

R = beban hujan

W = beban angin

E_v = beban gempa vertikal

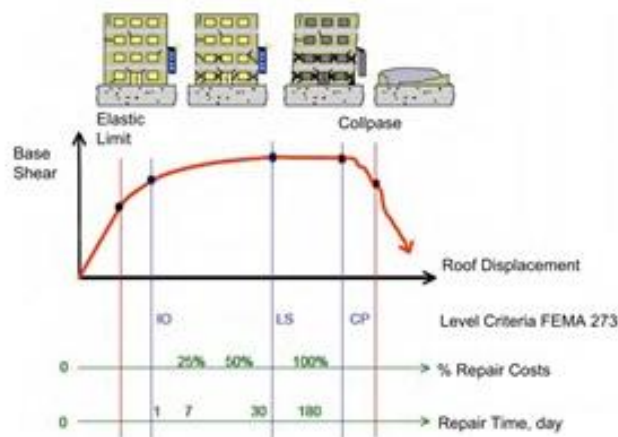
E_h = beban gempa horizontal

2.12. Pushover Analysis

Metoda analisa statik tidak linear (pushover analysis) adalah metoda tidak linier yang sangat populer digunakan dalam perencanaan atau penilaian bangunan yang terletak di daerah rawan gempa. Respon rangka struktur terhadap berbagai beban dinamis adalah sebuah kombinasi ragam getar dinamis dari sistem yang bergetar. Sehingga metode ini juga didasarkan kepada konsep dasar analisa ragam getar pada struktur. Peningkatan beban dilakukan sampai bangunan mengalami kelelahan pertama dan akan terus dilanjutkan sampai bangunan mencapai batasan deformasi inelastiknya. Selama pembebanan diberikan, dilakukan pencatatan base shear dan deformasi horizontal pada titik kontrol (pusat massa pada lantai atap bangunan). Pencatatan ini kemudian disajikan dalam bentuk kurva dengan sumbu y menunjukkan besarnya baseshear yang bekerja dan sumbu x menunjukkan besarnya deformasi horizontal di lantai atap bangunan.

Analisa statik nonlinier merupakan prosedur analisa untuk mengetahui perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa. Analisa statik nonlinier juga dikenal sebagai analisa pushover atau analisa beban dorong statik. Analisa

pushover dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur ,yang kemudian secara bertahap ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai. Biasanya titik tersebut adalah titik pada struktur bagian atas. Analisa pushover menghasilkan kurva kapasitas, kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar, V , terhadap perpindahan titik acuan pada struktur bagian atas, D . Pada proses pushover, struktur didorong sampai mengalami leleh disatu atau lebih lokasi di struktur tersebut. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku non-linier. Kurva pushover dipengaruhi oleh pola distribusi gaya lateral yang digunakan sebagai beban dorong. Tujuan analisa pushover adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan atau stabilitasnya. Cukup banyak studi menunjukkan bahwa analisa statik pushover dapat memberikan hasil mencukupi, ketika dibandingkan dengan hasil analisa dinamik nonlinier, untuk bangunan regular dan tidak tinggi.



Gambar 2.7 Kurva Tingkat Kinerja Struktur

2.13. Batasan Deformasi ATC-40

Deformasi lateral pada saat *performance point* harus dicek deformasi limit yang ditetapkan dalam *ATC-40*, 1996 bab 11.3.3. Deformasi limit pada berbagai tingkat kinerja dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14. Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur (*ATC-40*, 1996, 11-4)

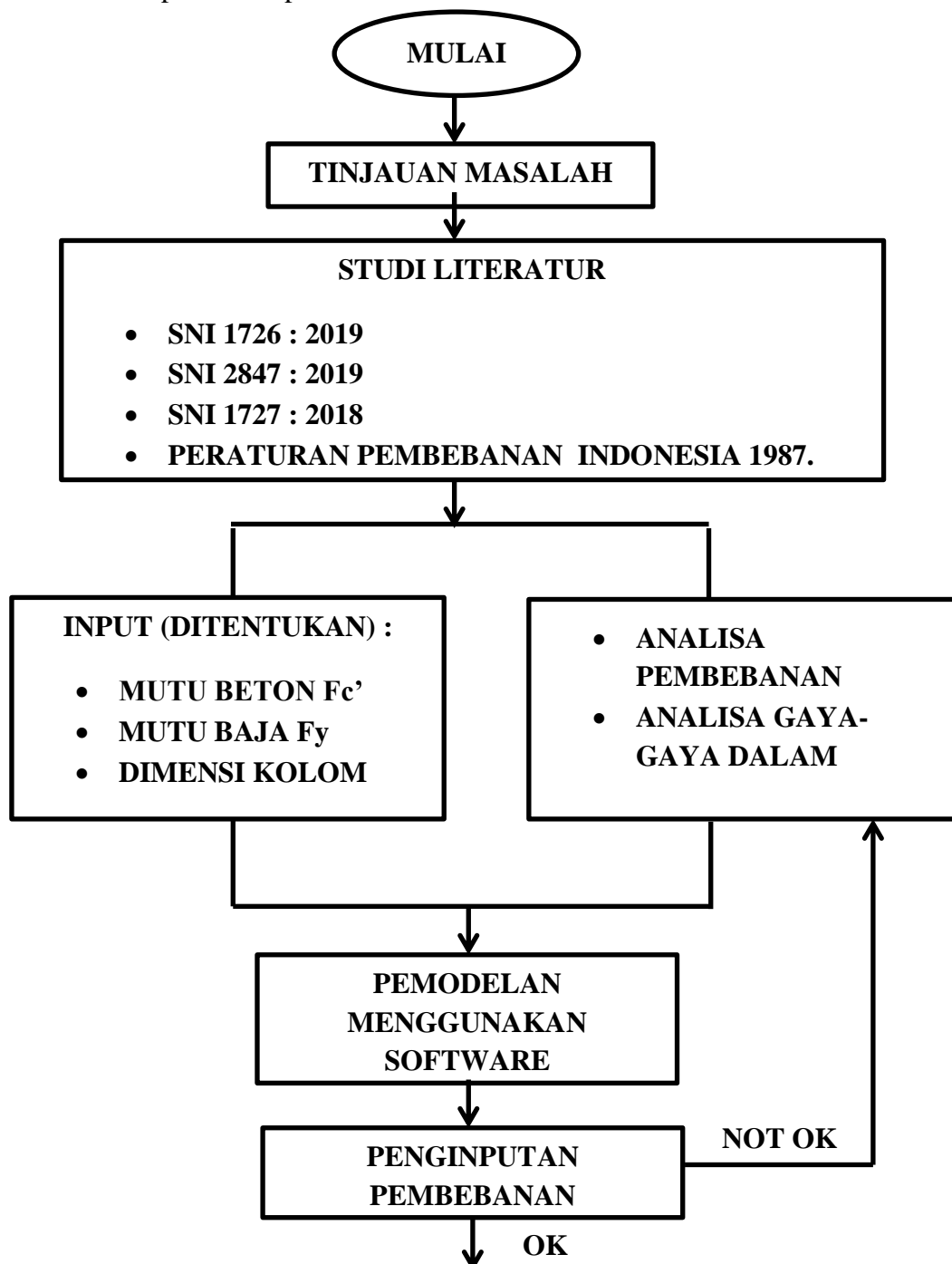
Batas Simpangan Antar Tingkat	Tingkat Kinerja Struktur			
	<i>Immediate Occupancy</i>	Demage Control	Life Safety	Structur Stability
Simpangan total Maksimum	0.01	0.01-0.02	0.02	0.33Vi/Pi
Simpangan Inelastis Maksimum	0.005	0.005-0.015	Tidak Ada Batasan	Tidak Ada Batasan

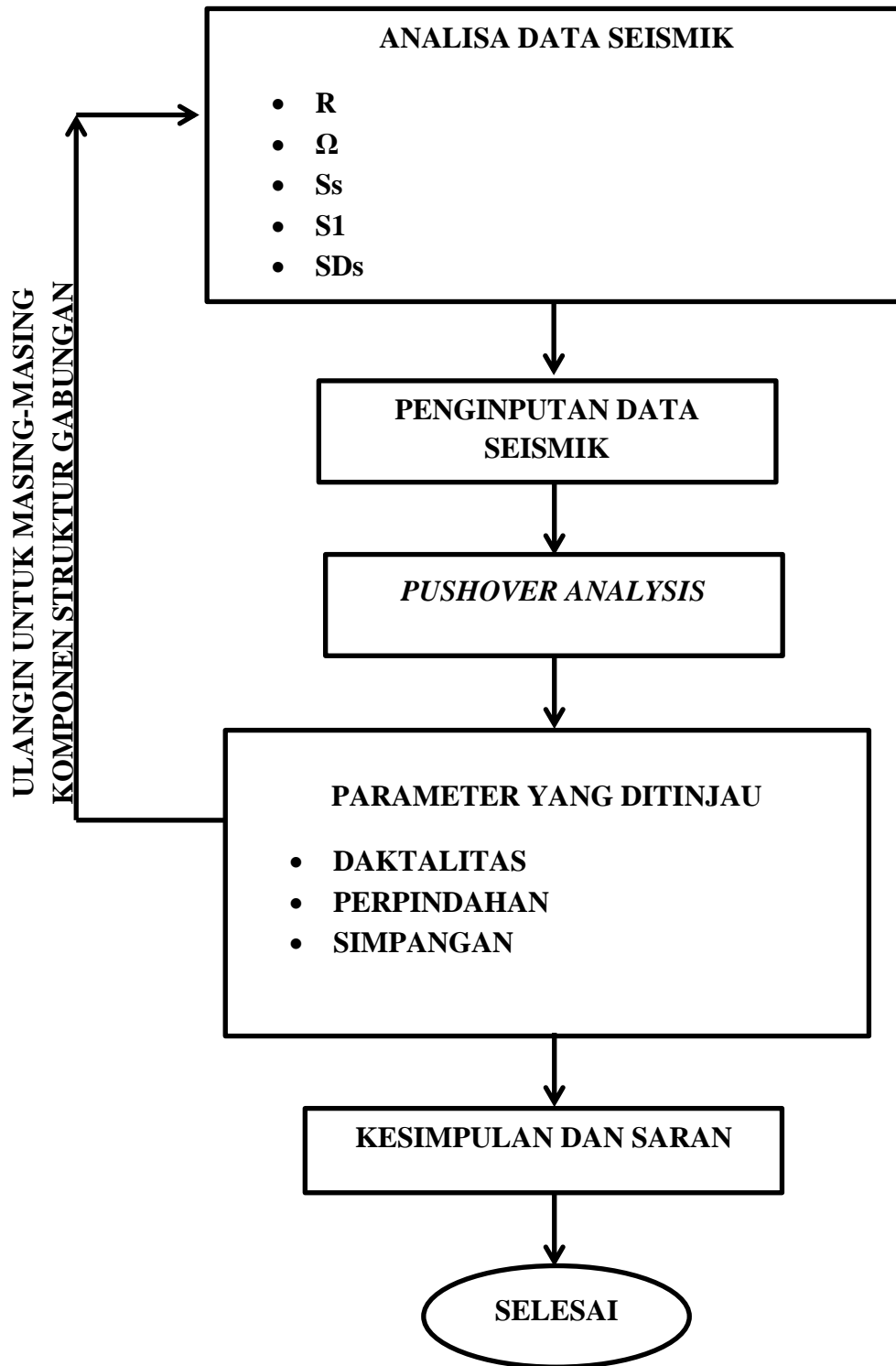
Pada tabel 2.14. Simpangan total maksimum (*Maximum total drift*) adalah simpangan antar tingkat (*interstory drift*) pada titik kinerja (*Performance point displacement*) atau nilai simpangan maksimum pada atap pada saat terjadi *performance point* dibagi dengan total tinggi bangunan atap. Simpangan inelastic maksimum adalah proporsi simpangan total maksimum diluar titik leleh efektif. Untuk *Structural stability level*, simpangan total maksimum pada lantai ke-I saat titik kinerja harus tidak melebihi 0.33 Vi/Pi, dimana Vi adalah total gaya geser pada lantai ke-i dan Pi, adalah total gaya gravitasi (seperti *dead load*, *live load*) pada lantai ke-i.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Bagan Alir Pengerjaan

3.2 Data-Data Perencanaan

Struktur yang akan diteliti memiliki mutu-mutu material sebagai berikut:

- a Mutu Beton F_c' = 30 Mpa
- b Mutu Baja BJ 37
- c Tegangan leleh baja (F_y) = 240 Mpa
- d Tegangan *ultimate* baja (F_u) = 370 Mpa
- e Mutu Tulangan BJTP 420A
- f Tegangan leleh (F_y) = 420 Mpa
- g Tegangan *ultimate* = 520 Mpa
- h Modulus elastisitas beton = 25742,96 MPa
- i Modulus elastisitas baja = 200000 Mpa
- j Ukuran kolom lantai 1-4 = 700 x 700 mm
- k Ukuran kolom lantai 5-7 = 600 x 600 mm
- l Ukuran balok lantai 1-4 = 600 x 400 mm
- m Ukuran balok lantai 5-7 = 500 x 300 mm
- n Tebal plat lantai = 120 mm
- o Tebal plat atap = 120 mm
- p Tebal selimut beton = 50 mm
- q Diameter tulangan utama = 20 mm
- r Diameter tulangan begel = 10 mm
- s Jarak Sengkang/begel = 100 mm
- t Beban mati tambahan atap = 0.62 kN/m²
- u Beban hidup kantor = 2.4 kN/m² (SNI 1727 : 2019)
- v Beban Hidup pelat atap = 0.96 kN/m² (SNI 1727 : 2019)
- w Pemodelan 1 dinding geser plat baja dan beton komposite dengan nilai R , Ω , dan C_d = 7,5 , 2,5 dan 6.
- x Pemodelan 2 dinding geser plat baja dan beton komposite khusus dengan nilai R , Ω , dan C_d = 7 , 2,5 dan 6

y Pemodelan 3 dinding geser plat baja
 dan beton komposite biasa
 dengan nilai R , Ω , dan Cd = 6 , 2,5 dan 5

Tabel 3.1 Mutu beton dan modulus elastisitas.

Kubus (K) Kg/m ²	Silinder (Fc') Mpa	Modulus (E) Mpa
175	15	18203
225	19	20487
275	23	22540
300	25	23500
350	29	25310
400	33	26999

Tabel 3.2. Sifat Mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum, Fu (Mpa)	Tegangan Leleh Minimum, Fy (Mpa)	Perengangan Minimum %
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

3.3 Data Seismik Bangunan

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data-data seismik yang didapat melalui website (<http://puskim.pu.go.id>). Berikut ini adalah data-data yang peneliti gunakan :

Kategori Risiko Gedung	: Pusat Telekomunikasi = 3
Kondisi Tanah	: Sedang
Kategori Desain Seismeik	: D
Faktor Kutamaan Gempa (I_e)	: 1.25
Ss	: 1.252
S1	: 0.559
Faktor Redudansi, ρ	: 1,3

Tabel 3.3. Faktor R, Cd, dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem penahan gaya gempa seismic	Koefisien modifikasi respon R^a	Faktor kuat lebih Sistem Ω_0^g	Faktor pembedaan defleksi Cd^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur				
				Katagori desain seismeik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB

Tabel 3.3. *Lanjutan*

1. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
2. Dinding geser baja dan beton biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI

Pada pemodelan yang dilakukan model 1 yang dimaksud adalah untuk sistem rangka dinding geser pelat baja dan beton komposit dengan nilai reduksi gempa atau faktor modifikasi $R = 7.5$, $\Omega = 2.5$ dan $C_d = 6$, model 2 untuk sistem rangka dinding geser pelat baja dan beton komposit khusus dengan nilai $R = 7$, $\Omega = 2.5$ dan $C_d = 6$, serta model 3 untuk sistem rangka dinding geser pelat baja dan beton komposit biasa dengan nilai $R = 6$, $\Omega = 2.5$ dan $C_d = 5$.

Tabel 3.4 Koefisien Situs F_a (SNI 1726 :2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang di pertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS(a)					

Tabel 3.5 Koefisien Situs F_v (SNI 1726 :2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang di pertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 1$ detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,8	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,2	2,2	2,0
SF	$SS^{(a)}$					

Tabel 3.6 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x berdasarkan (SNI 1726:2019)

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

3.4. Kombinasi Beban

Nilai SDS = 0.835

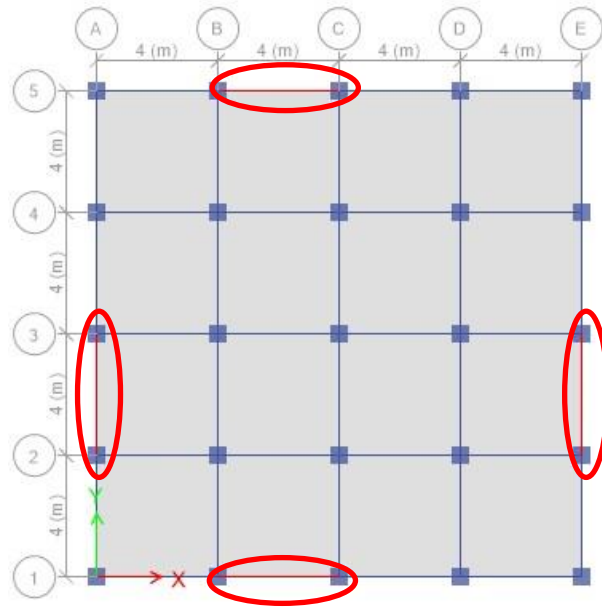
Faktor redundansi = 1.3

Tabel 3.7 Kombinasi Beban dengan Faktor redundansi 1.3

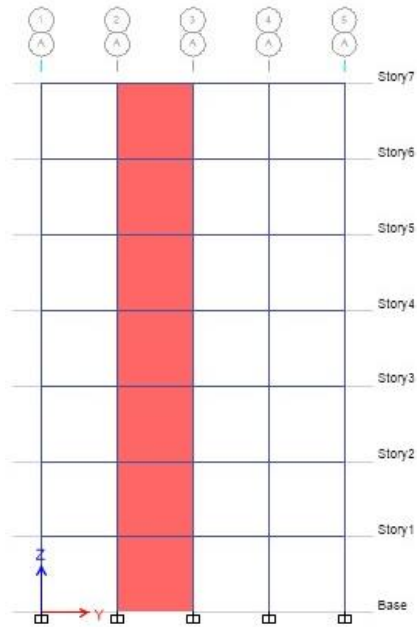
Kombinasi	Koefisien		Koefisien		Koefisien		Koefisien	
Kombinasi 1	1.4	DL	0	LL	0	EX	0	EY
Kombinasi 2	1.2	DL	1.6	LL	0	EX	0	EY
Kombinasi 3	1.37	DL	1	LL	0.39	EX	1.30	EY
Kombinasi 4	1.37	DL	1	LL	1.30	EX	0.39	EY
Kombinasi 5	0.73	DL	0	LL	1.30	EX	0.39	EY
Kombinasi 6	0.73	DL	0	LL	0.39	EX	1.30	EY
Kombinasi 7	1.37	DL	1	LL	2.5	EX	0.75	EY
Kombinasi 8	0.73	DL	0	LL	2.5	EX	0.75	EY
Kombinasi 9	1.37	DL	1	LL	0.75	EX	2.5	EY
Kombinasi 10	0.73	DL	0	LL	0.75	EX	2.5	EY

3.5. Pemodelan Menggunakan *Software*

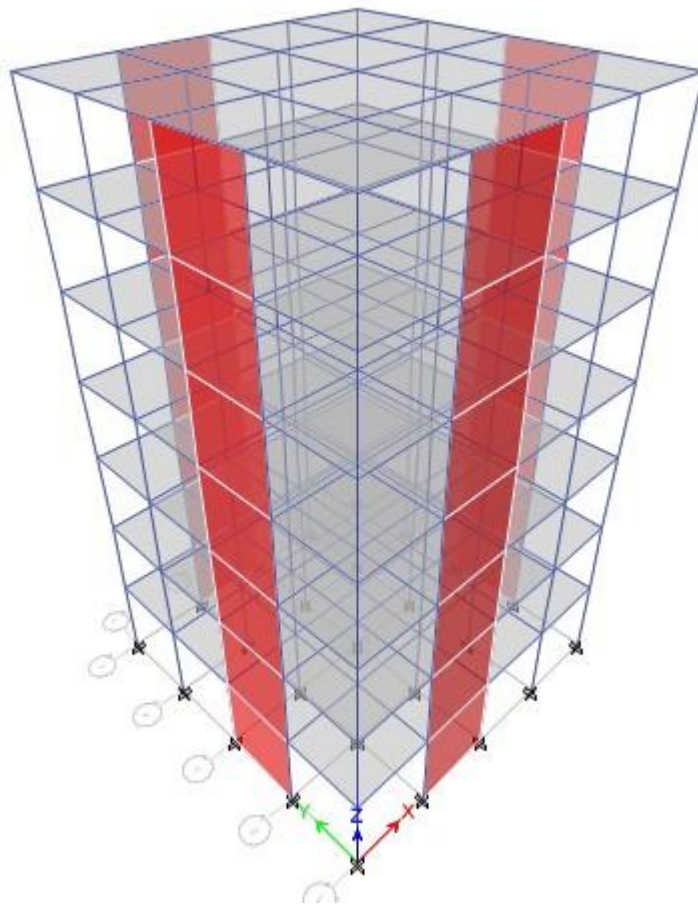
Adapun pemodelan peletakan dinding geser yang dilakukan pada studi literature ini untuk ketiga model dilakukan dengan bantuan program komputer dengan rancangan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Denah peletakan dinding geser



Gambar 3.3 Peletakan dinding pemodelan 2 D



Gambar 3.4 Peletakan dinding pemodelan 3 D

BAB 4 ANALISA DATA

4.1 Hasil Analisa Linier pada Struktur

4.1.1 Linier pada struktur dengan $R = 7.5, \Omega = 2.5, C_d = 6$

Struktur linier yang ditinjau pada pemodelan ini terdiri atas *scale factor*, simpangan antar lantai, pengaruh P-delta, ketidakberaturan horizontal, ketidakberaturan vertical dan sistem ganda. Dengan profil kolom lantai 1-4 = 700 x 700 mm, kolom lantai 5-7 = 600 x 600, balok lantai 1-4 = 500 x 300 mm dan balok lantai 5-7 = 400 x 300 mm.

4.1.1.1 Scale Factor

Scale factor yang digunakan pada pemodelan struktur yang pertama dengan nilai $R = 7.5, \Omega = 2.5, C_d = 6$ dan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel *Scale factor* awal $R = 7.5$

Awal	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1120	0.1120	
V	5154.2374	5154.2374	kN
Vi	3924.2144	3924.2144	kN
Vi/V	0.7614	0.7614	
Cek	NOT OK	NOT OK	
Faktor Skala	1.6344	1.6344	
Faktor Skala Baru	2.1467	2.1467	m/s ²
	2146.75	2146.75	mm/s ²

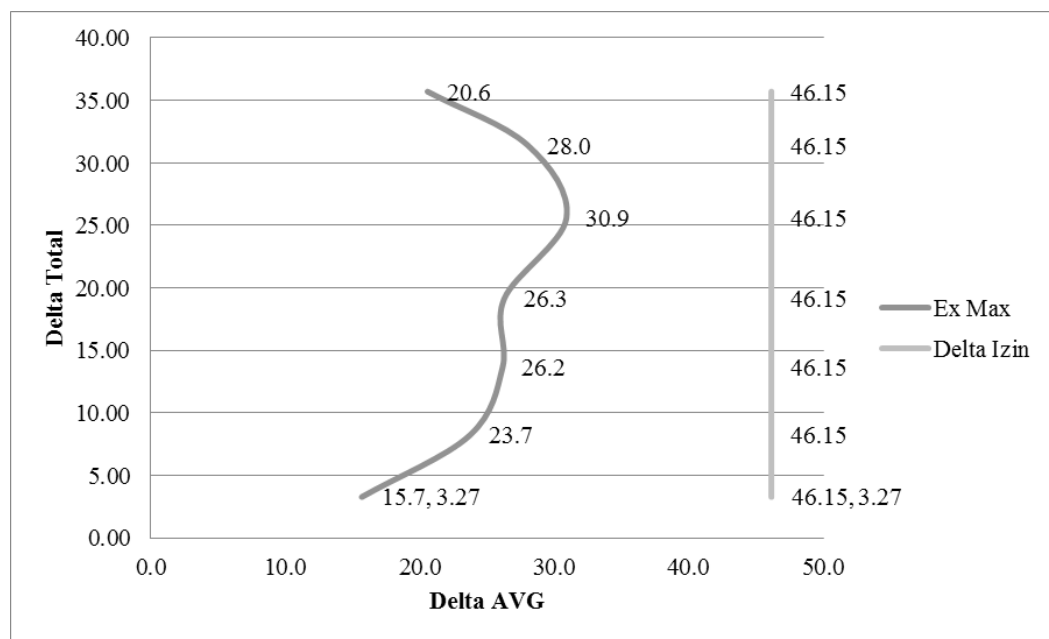
Pada pengecekan *scale factor* awal v_i/v harus memenuhi ≥ 1 maka perlu digunakan *scale factor* yang baru untuk memenuhi syarat $v_i/v \geq 1$ yang dapat dilihat pada table 4.2

Tabel 4.2. Tabel *scale factor* baru R = 7,5

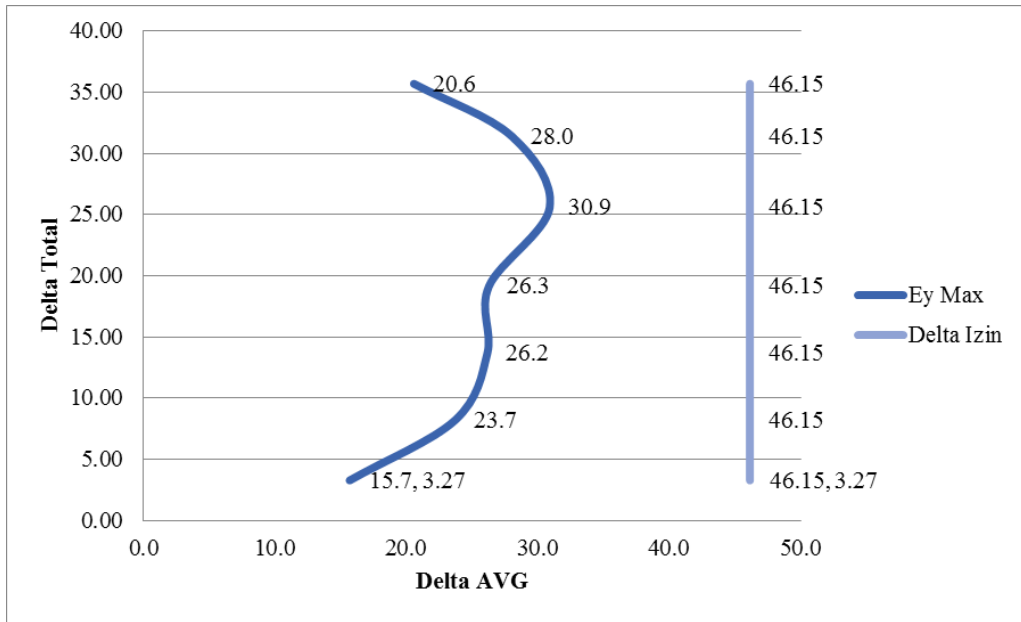
Baru	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1120	0.1120	
V	5154.2374	5154.2374	kN
Vi	5155.5147	5155.5148	kN
Vi/V	1	1	
	OK	OK	

4.1.1.2 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat maksimum struktur di atas sistem isolasi tidak boleh melebihi $0,015h_{sx}$, analisa simpangan antar lantai dilampirkan pada grafik 4.1 dan 4.2.



Grafik 4.1. Simpangan antar lantai arah X dengan R= 7,5

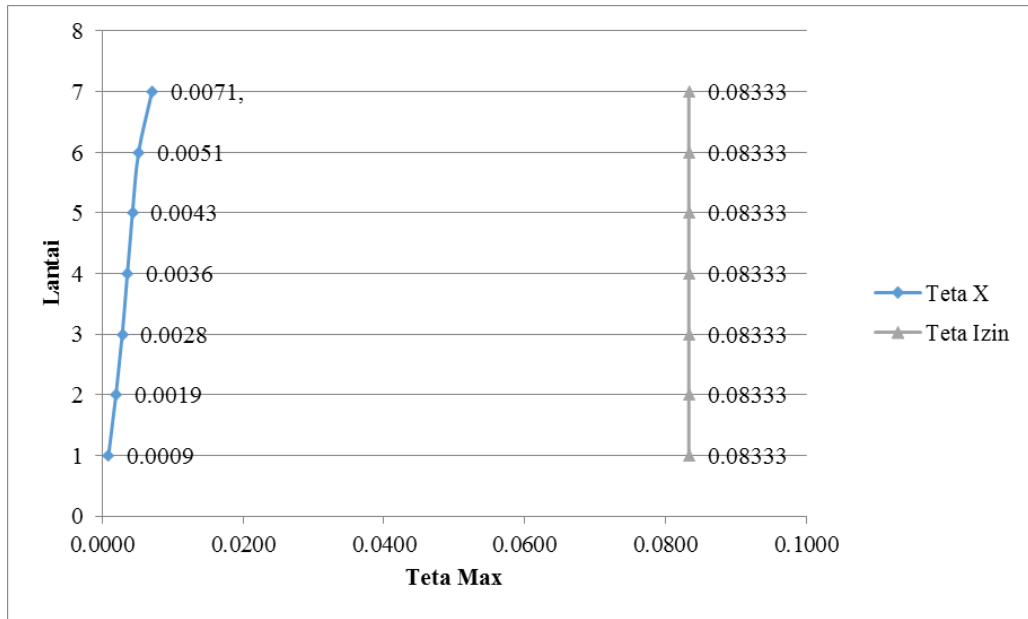


Grafik 4.2. Simpangan antar lantai arah Y dengan $R= 7,5$

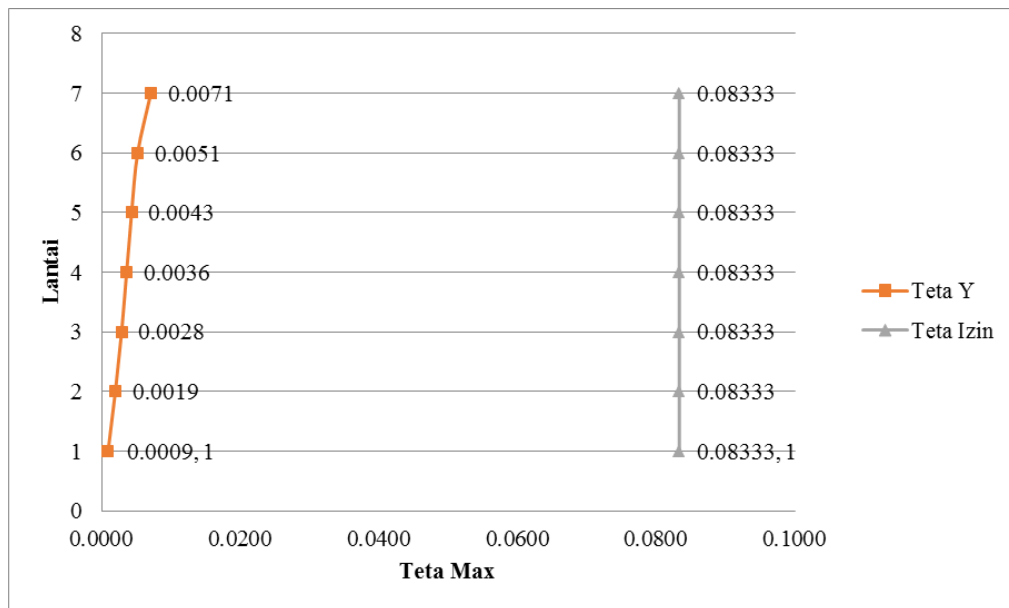
Dari grafik 4.1 dan 4.2 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 30,9 mm.

4.1.1.3 Pengaruh P-delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas. Analisa pengaruh P-delta dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4



Grafik 4.3 Pengaruh P-delta arah X R=7.5



Grafik 4.4 Pengaruh P-delta arah Y R=7.5

Pada grafik 4.3. dan 4.4 pengaruh P-delta yang terjadi tidak melewati batasan dan nilai P-delta tertinggi di dapat pada lantai 7 untuk arah X dan arah Y.

4.1.1.4. Sistem Ganda

Sistem struktur dengan rangka ruang lengkap untuk memikul beban gravitasi, sedangkan tahanan terhadap gempa disediakan oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan dinding geser atau oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan rangka bresing, analisa perhitungan sistem ganda dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengecekan sistem ganda R=7.5

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	5155.5147	36.4827
EQY 1	36.4826	5155.5148
Vrx	5155.5147	
Vry	5155.5148	
Vswx	3210.11	
Vswy	3210.11	
Persentase X	62.265	OK
Persentase Y	62.265	OK

Pada tabel 4.3 untuk pengecekan sistem ganda untuk nilai R=7.5 sudah memenuhi syarat bahwa struktur rangka menerima minimal 25% gaya yang terjadi sebesar 62,265 % untuk arah X dan 62,26% perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

4.1.1.5. Ketidakberaturan Horizontal

4.1.1.5.1. Ketidakberaturan Torsi

Ketidakteraturan torsi merupakan perhitungan yang dimana $\Delta_{max}/\Delta_{AVG}$ dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel. 4.4. Ketidakberaturan Torsi R= 7.5

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek
7	1.003	OK	1.003	OK
6	1.002	OK	1.002	OK
5	1.002	OK	1.002	OK
4	1.002	OK	1.002	OK
3	1.002	OK	1.002	OK
2	1.001	OK	1.001	OK
1	1.001	OK	1.001	OK

4.1.1.6. Ketidakberaturan Vertikal

4.1.1.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak, analisa dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak R=7.5

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
7	868.2075		807.6048	
6	2086.2483	OK	2065.7681	OK
5	2995.2843	OK	3090.0467	OK
4	3772.2094	OK	3961.2421	OK
3	4431.3838	OK	4610.3449	OK
2	4907.4267	OK	5000.3787	OK
1	5148.9319	OK	5155.5132	OK

4.1.1.6.1. Ketidakberaturan Berat (Massa)

Ketidakberaturan Berat (Massa), analisa dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Ketidakberaturan Berat (Massa) R=7.5

	Massa	Cek
	kg	
7	355685.4	
6	629770.9	OK
5	629770.9	OK
4	716020.7	OK
3	747372	OK
2	747372	OK
1	747372	OK

4.1.2 Linier pada struktur dengan $R = 7, \Omega = 2.5, Cd = 6$

Struktur linier yang ditinjau pada pemodelan ini terdiri atas *scale factor*, simpangan antar lantai, pengaruh P-delta, ketidakberaturan horizontal, ketidakberaturan vertical dan sistem ganda. Dengan profil kolom lantai 1-4 = 700 x 700 mm, kolom lantai 5-7 = 600 x 600 mm, balok lantai 1-4 = 500 x 300 mm dan balok lantai 5-7 = 400 x 300 mm.

4.1.2.1 Scale Factor

Scale factor yang digunakan pada pemodelan struktur yang pertama dengan nilai $R = 7, \Omega = 2.5, Cd = 6$ dan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel *Scale factor* awal $R = 7$

Awal	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1200	0.1200	
V	5522.3972	5522.3972	kN
Vi	4139.5413	4139.5413	kN
Vi/V	0.7496	0.7496	
Cek	NOT OK	NOT OK	
Faktor Skala	1.7512	1.7512	
Faktor Skala Baru	2.3362	2.3362	m/s ²
	2336.19	2336.19	mm/s ²

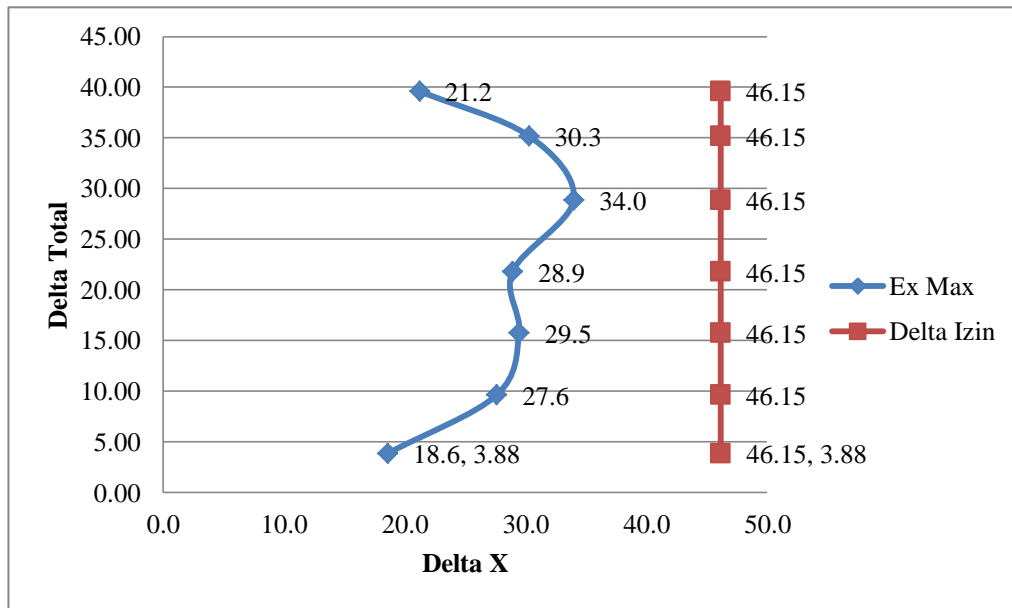
Pada pengecekan *scale factor* awal v_i/v harus memenuhi ≥ 1 maka perlu digunakan *scale factor* yang baru untuk memenuhi syarat $v_i/v \geq 1$ yang dapat di lihat pada table 4.8

Tabel 4.8. Tabel *scale factor* baru $R = 7$

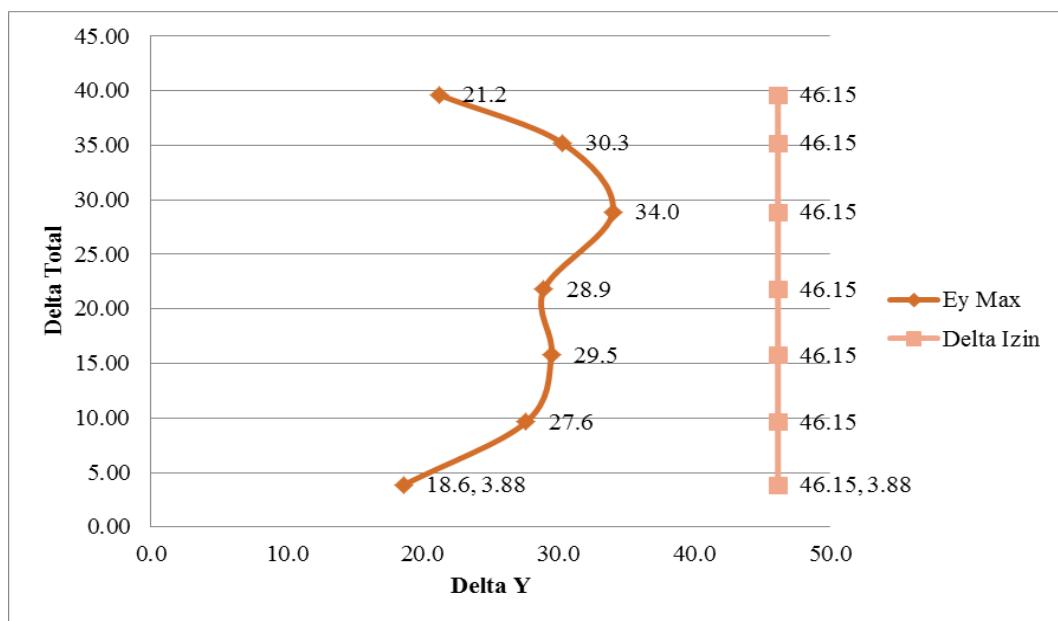
Koreksi	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1200	0.1200	
V	5522.3972	5522.3972	kN
Vi	5523.0133	5523.0133	kN
Vi/V	1	1	
	OK	OK	

4.1.2.2 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat maksimum struktur di atas sistem isolasi tidak boleh melebihi $0,015h_{sx}$, analisa simpangan antar lantai dilampirkan pada grafik 4.5 dan 4.6.



Grafik 4.5. Simpangan antar lantai arah X dengan R= 7

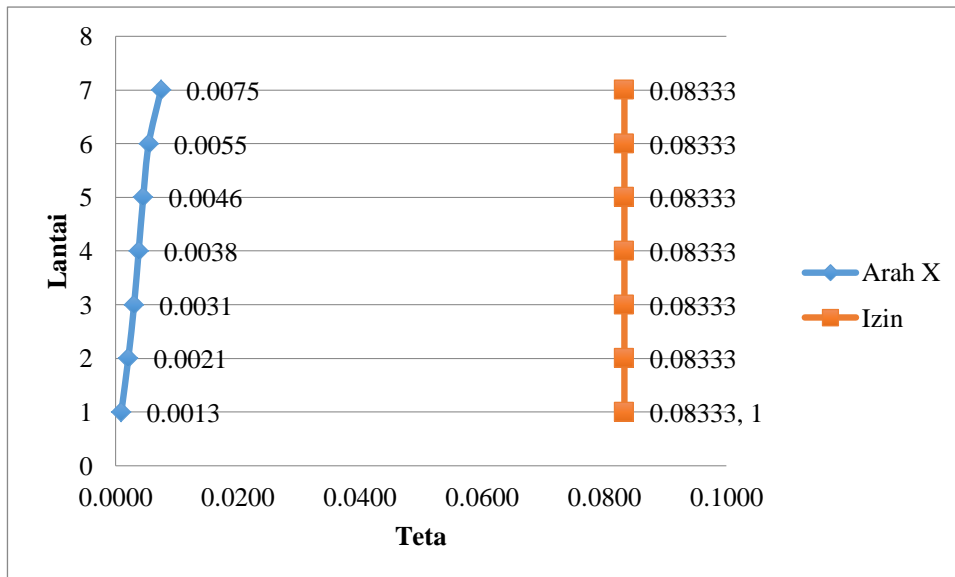


Grafik 4.6. Simpangan antar lantai arah Y dengan R = 7

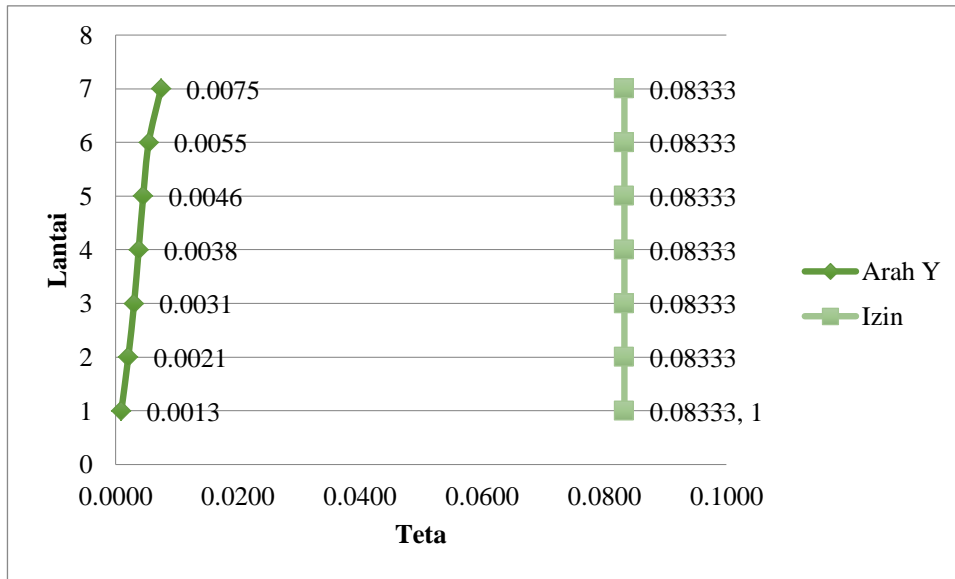
Dari grafik 4.5 dan 4.6 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 34 mm lebih besar di bandingkan pemodelan pertama

4.1.2.3 Pengaruh P-delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas. Analisa pengaruh P-delta dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8



Grafik 4.7 Pengaruh P-delta arah X dengan R = 7



Grafik 4.8 Pengaruh P-delta arah Y dengan R = 7

Pada grafik 4.7. dan 4.8 pengaruh P-delta yang terjadi tidak melewati batasan dan nilai P-delta tertinggi di dapat pada lantai 7 untuk arah X dan arah Y.

4.1.2.4. Sistem Ganda

Sistem struktur dengan rangka ruang lengkap untuk memikul beban gravitasi, sedangkan tahanan terhadap gempa disediakan oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan dinding geser atau oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan rangka bresing, analisa perhitungan sistem ganda dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengecekan sistem ganda dengan R = 7

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	5523.0133	33.157
EQY 1	33.157	5523.0133
Vrx	5523.0133	
Vry	5523.0133	
Vswx	3199.72	
Vswy	3199.72	
Persentase X	57.934	OK
Persentase Y	57.934	OK

Pada tabel 4.9 untuk pengecekan sistem ganda untuk nilai R=7 sudah memenuhi syarat bahwa struktur rangka menerima minimal 25% gaya yang terjadi sebesar 57.934 % untuk arah X dan 57.934 % perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

4.1.2.5. Ketidakberaturan Horizontal

4.1.1.5.1. Ketidakberaturan Torsi

Ketidakteraturan torsi merupakan perhitungan yang dimana $\Delta_{max}/\Delta_{AVG}$ dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel. 4.10. Ketidakberaturan Torsi dengan $R = 7$

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek
7	1.003	OK	1.003	OK
6	1.002	OK	1.002	OK
5	1.002	OK	1.002	OK
4	1.002	OK	1.002	OK
3	1.002	OK	1.002	OK
2	1.001	OK	1.001	OK
1	1.001	OK	1.001	OK

4.1.2.6. Ketidakberaturan Vertikal

4.1.2.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak, analisa dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dengan $R = 7$

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
7	191406.054		191406.053	
6	345142.848	OK	345142.848	OK
5	462030.588	OK	462030.588	OK
4	698588.213	OK	698588.213	OK
3	800731.088	OK	800731.088	OK
2	930035.676	OK	930035.675	OK
1	1424091.24	OK	1424091.24	OK

4.1.2.6.2. Ketidakberaturan Berat (Massa)

Ketidakberaturan Berat (Massa), analisa dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Ketidakberaturan Berat (Massa) dengan $R = 7$

Lantai	Massa	Cek
	kg	
7	355685.4	
6	629770.9	OK
5	629770.9	OK
4	716020.7	OK
3	747372	OK
2	747372	OK
1	747372	OK

4.1.3 Linier pada struktur dengan $R = 6, \Omega = 2,5, Cd = 5$

Struktur linier yang ditinjau pada pemodelan ini terdiri atas *scale factor*, simpangan antar lantai, pengaruh P-delta, ketidakberaturan horizontal, ketidakberaturan vertical dan sistem ganda. Dengan profil kolom lantai 1-4 = 700 x 700 mm, kolom lantai 5-7 = 600 x 600, balok lantai 1-4 = 500 x 300 dan balok lantai 5-7 = 400 x 300.

4.1.3.1 Scale Factor

Scale factor yang digunakan pada pemodelan struktur yang pertama dengan nilai $R = 6, \Omega = 2.5, Cd = 5$ dan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Tabel Scale factor awal R = 6

Awal	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1400	0.1400	
V	6442.7967	6442.7967	kN
Vi	4906.7089	4906.7090	kN
Vi/V	0.7616	0.7616	
Cek	NOT OK	NOT OK	
Faktor Skala	2.0431	2.0431	
Faktor Skala Baru	2.6826	2.6826	m/s ²
	2682.65	2682.65	mm/s ²

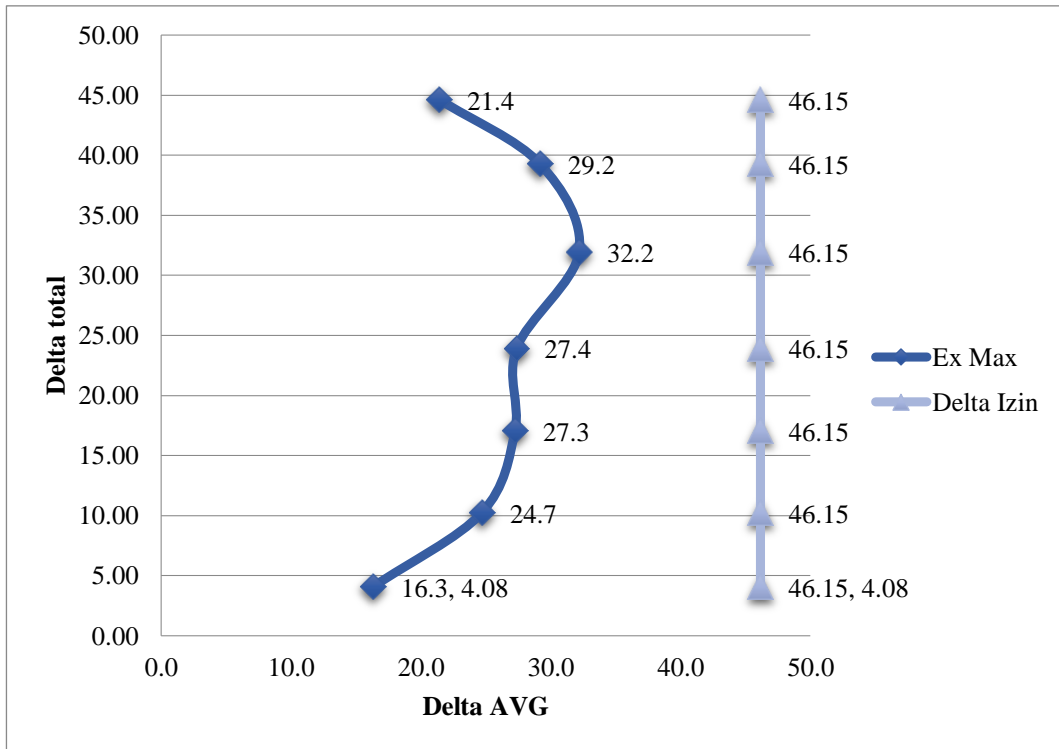
Pada pengecekan scale factor awal v_i/v harus memenuhi ≥ 1 maka perlu digunakan scale factor yang baru untuk memenuhi syarat $v_i/v \geq 1$ yang dapat di lihat pada table 4.14

Tabel 4.14. Tabel *scale factor* baru R = 6

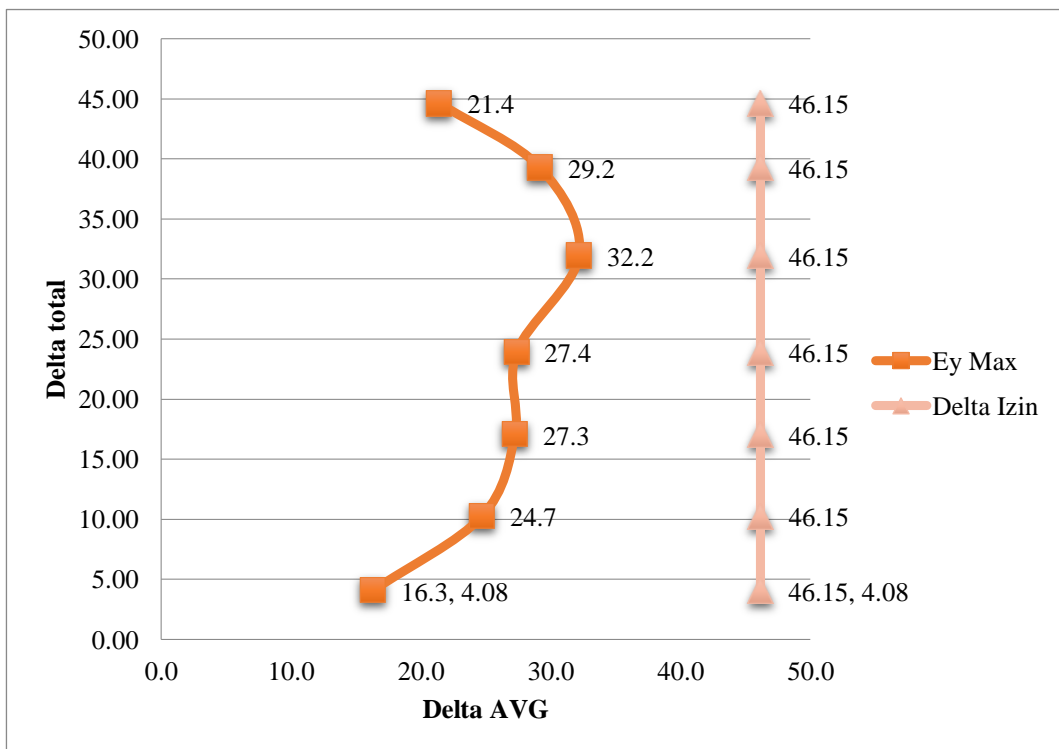
Baru	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1400	0.1400	
V	6442.7967	6442.7967	kN
Vi	6443.4927	6443.4929	kN
Vi/V	1.00	1	
	OK	OK	

4.1.3.2 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat maksimum struktur di atas sistem isolasi tidak boleh melebihi 0,015hsx, analisa simpangan antar lantai dilampirkan pada grafik 4.9 dan 4.10.



Grafik 4.9. Simpangan antar lantai arah X dengan R= 6

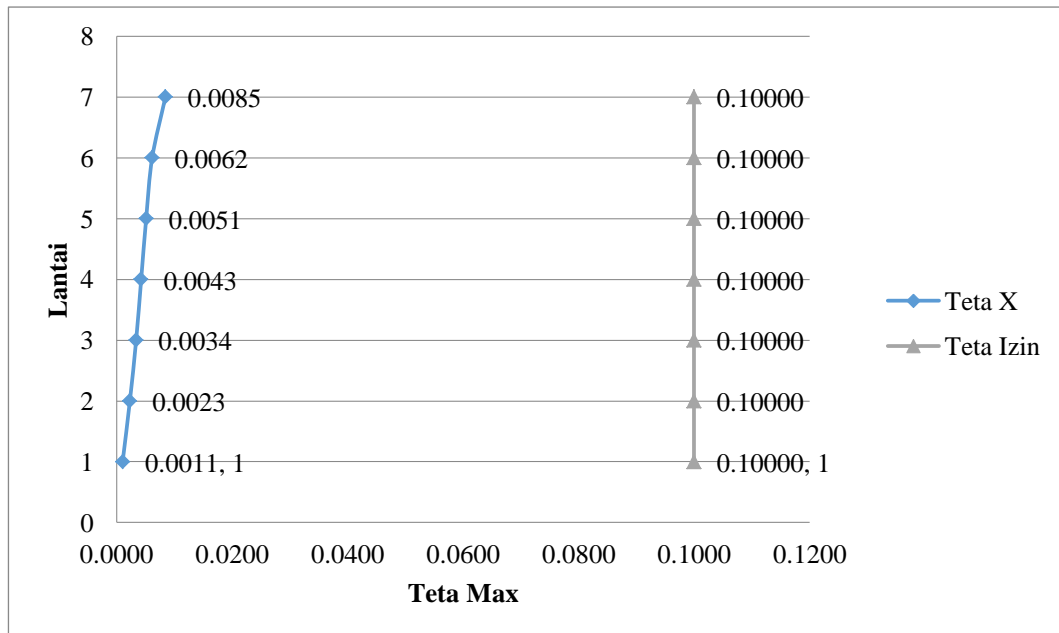


Grafik 4.10. Simpangan antar lantai arah Y dengan R = 6

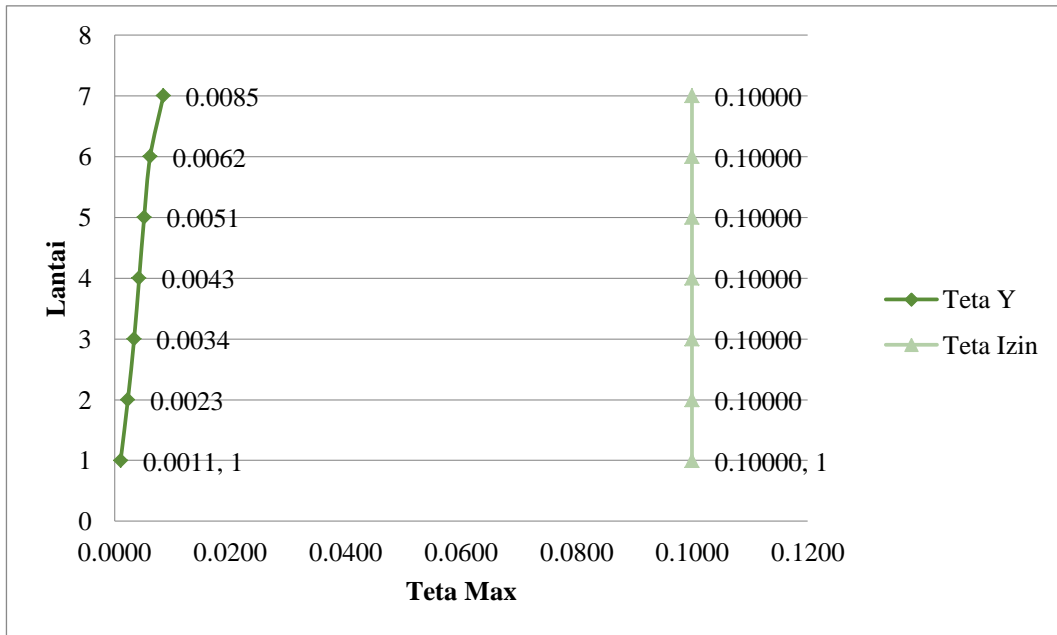
Dari grafik 4.9 dan 4.10 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 39.6 mm lebih besar di bandingkan pemodelan pertama

4.1.3.3 Pengaruh P-delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas. Analisa pengaruh P-delta dapat dilihat pada tabel 4.11 dan 4.12



Grafik 4.11 Pengaruh P-delta arah X dengan R = 6



Grafik 4.12 Pengaruh P-delta arah Y dengan R = 6

Pada grafik 4.11. dan 4.12 pengaruh P-delta yang terjadi tidak melewati batasan dan nilai P-delta tertinggi di dapat pada lantai 7 untuk arah X dan arah Y.

4.1.3.4. Sistem Ganda

Sistem struktur dengan rangka ruang lengkap untuk memikul beban gravitasi, sedangkan tahanan terhadap gempa disediakan oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan dinding geser atau oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan rangka bresing, analisa perhitungan sistem ganda dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengecekan sistem ganda dengan R = 6

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	6443.4927	45.597
EQY 1	45.5969	6443.4929
Vrx	6443.4927	OK
Vry	6443.4929	
Vswx	4012.07	
Vswy	4012.07	
Persentase X	62.265	
Persentase Y	62.265	

Pada tabel 4.15 untuk pengecekan sistem ganda untuk nilai R=6 sudah memenuhi syarat bahwa struktur rangka menerima 25% gaya yang terjadi sebesar 62.265% untuk arah X dan 62.265% perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

4.1.3.5. Ketidakberaturan Horizontal

4.1.3.5.1. Ketidakberaturan Torsi

Ketidakberaturan torsi merupakan perhitungan yang dimana $\Delta_{\max}/\Delta_{\text{AVG}}$ dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel. 4.16. Ketidakberaturan Torsi dengan R = 6

Lantai	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max}/\Delta_{\text{avg}}$	Cek
7	1.003	OK	1.003	OK
6	1.002	OK	1.002	OK
5	1.002	OK	1.002	OK
4	1.002	OK	1.002	OK
3	1.002	OK	1.002	OK
2	1.001	OK	1.001	OK
1	1.001	OK	1.001	OK

4.1.3.6. Ketidakberaturan Vertikal

4.1.3.6.1. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak, analisa dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.17. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dengan $R = 6$

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
7	188373.619		188373.62	
6	353813.813	OK	353813.816	OK
5	479861.904	OK	479861.907	OK
4	723494.229	OK	723494.223	OK
3	845813.459	OK	845813.458	OK
2	1011555.29	OK	1011555.29	OK
1	1577643.6	OK	1577643.6	OK

4.1.3.6.2. Ketidakberaturan Berat (Massa)

Ketidakberaturan Berat (Massa), analisa dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18. Ketidakberaturan Berat (Massa) dengan $R = 6$

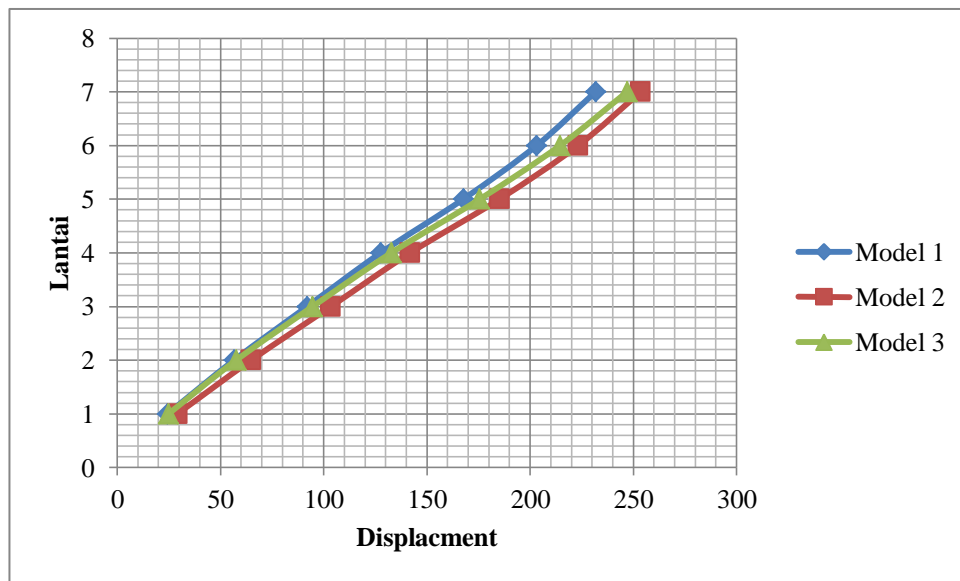
Lantai	Massa	Cek
	kg	
7	354916.5	
6	629155.8	OK
5	629155.8	OK
4	714828.9	OK
3	746295.6	OK
2	746295.6	OK
1	746295.6	OK
Base	118273.9	

4.2. Analisa Pushover

4.2.1. Perbandingan simpangan antar lantai

4.2.1.1. Perbandingan simpangan antar lantai arah X

Simpangan antar lai yang terjadi antara ketiga model dengan nilai $R = 7.5$, $R=7$ dan $R=6$ dapat dilihat pada grafik 4.13.

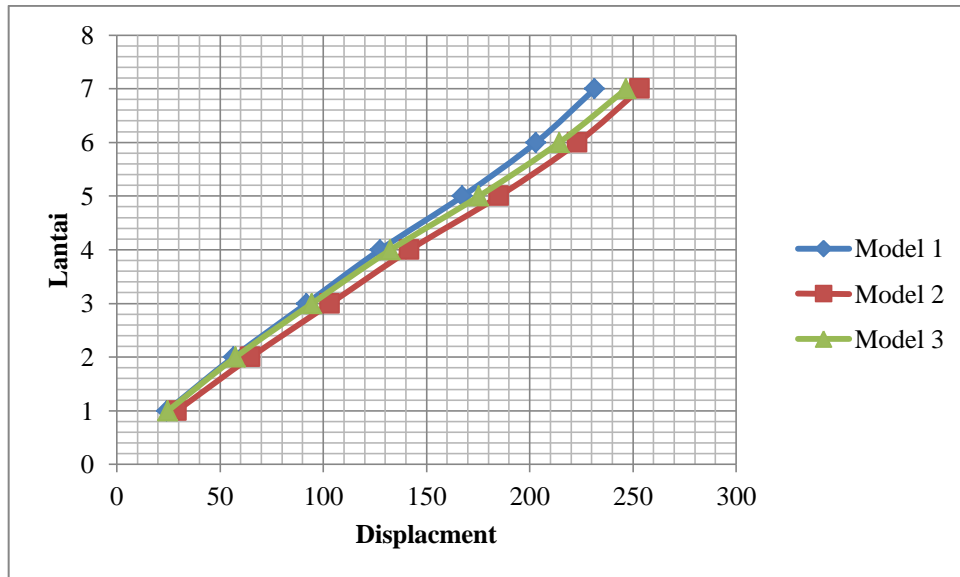


Grafik 4.13. Perbandingan simpangan antar lantai arah X.

Pada perbandingan nilai delta X untuk model 1, model 2 dan model 3 simpangan terbesar terjadi pada lantai 7 dengan nilai masing-masing untuk tiap model 231.669 mm , 253,545 mm dan 246,95 mm.

4.2.1.2. Perbandingan simpangan antar lantai arah Y

Simpangan antar lantai yang terjadi antara ketiga model dengan nilai $R = 7.5$, $R=7$ dan $R=6$ dapat dilihat pada grafik 4.14.



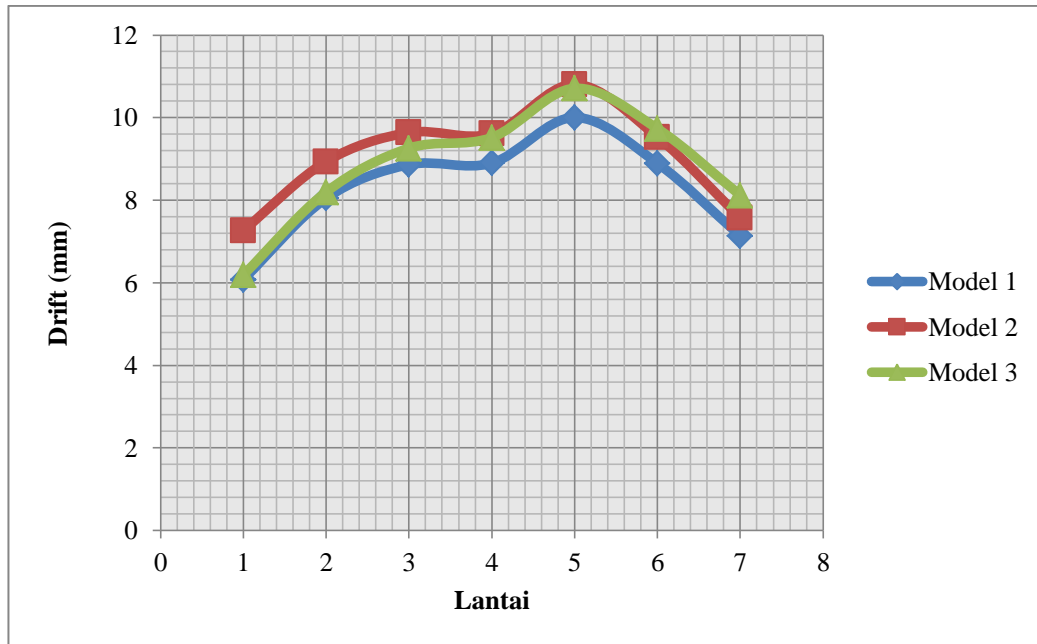
Grafik 4.14. Perbandingan simpangan antar lantai arah Y.

Pada perbandingan nilai delta Y untuk model 1, model 2 dan model 3 simpangan terbesar terjadi pada lantai 5 dengan nilai masing-masing untuk tiap model 231.606 mm , 253,545 mm dan 246,834 mm..

4.2.2. Perbandingan *Story drift* (Perpindahan)

4.2.2.1. Perbandingan *story drift* arah X

Perpindahan yang terjadi antara ketiga model dengan nilai $R = 7.5, R = 7$ dan $R = 6$ dapat dilihat pada grafik 4.15

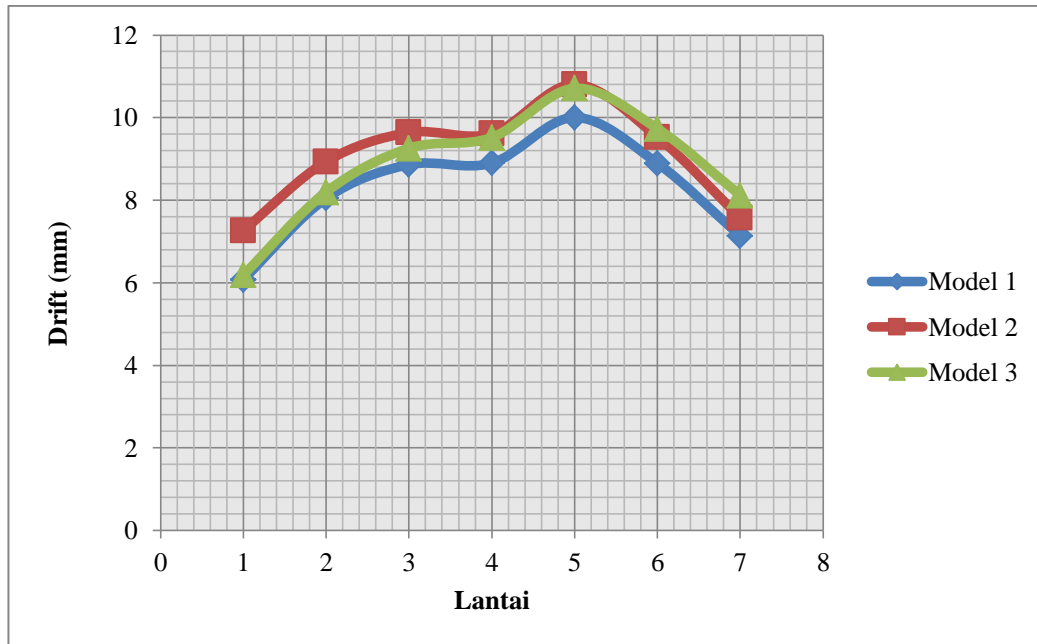


Grafik 4.15. *Story drift* arah X

Pada perbandingan nilai *drift* X untuk model 1, model 2 dan model 3 simpangan terbesar terjadi pada lantai 5 dengan nilai masing-masing untuk tiap model 10.006 mm , 10,81 mm dan 10,713 mm.

4.2.2.2 Perbandingan *story drift* arah Y

Perpindahan yang terjadi antara ketiga model dengan nilai $R = 7.5, R = 7$ dan $R = 6$ dapat dilihat pada grafik 4.16.

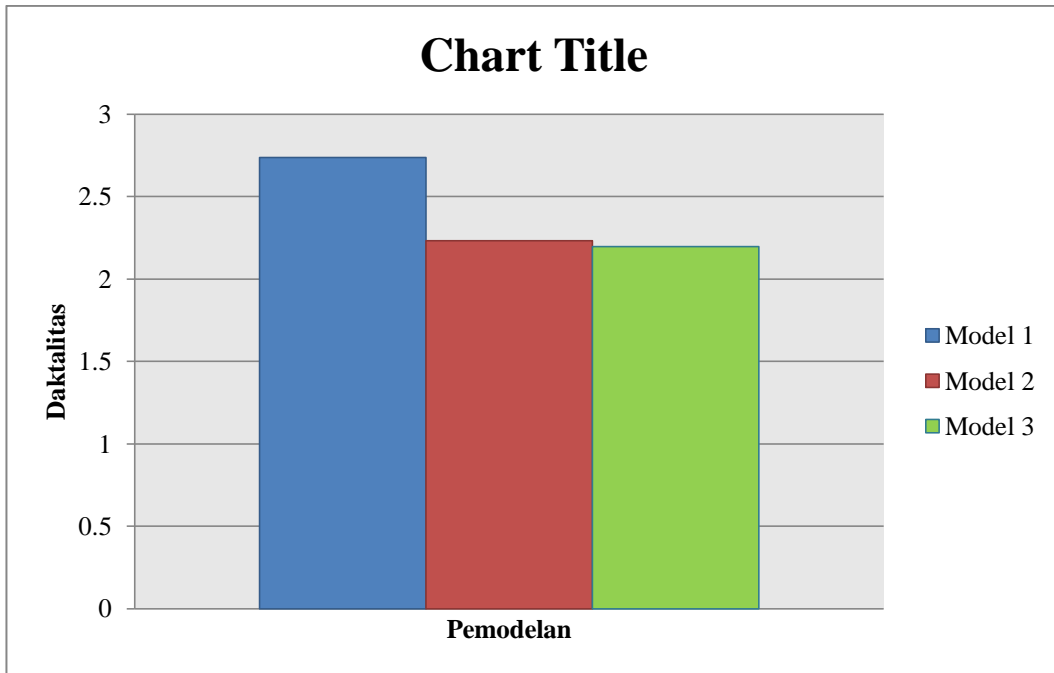


Grafik 4.16. *Story drift* arah Y

Pada perbandingan nilai *drift* Y untuk model 1, model 2 dan model 3 simpangan terbesar terjadi pada lantai 5 dengan nilai masing-masing untuk tiap model 10.006 mm , 10,81 mm dan 10,713 mm

4.2.3. Perbandingan Daktalitas

Daktalitas yang terjadi pada 3 pemodelan struktur dengan nilai kuat lebih Ω_o pada tiap-tiap pemodelan adalah $\Omega_o=2,5$ dapat dilihat pada grafik 4.17.



Grafik 4.17. Perbandingan nilai daktalitas.

Pada grafik di atas daktalitas yang terbesar terjadi pada model 2 dengan nilai 3,009 satuan untuk $R =$ dan $\Omega_0 = 2.5$

4.2.4. Tingkat Kinerja Struktur

Tingkat kinerja struktur dihitung dengan membandingkan simpangan total dengan total dan tinggi struktur seperti pada tabel 4.19

Tabel 4.19. Tingkat kinerja struktur

Model 1			
Drift	Tinggi Struktur	Tingkat Kinerja	DEMAGE CONTROL
0.231587	28	0.008	
Model 2			
Drift	Tinggi Struktur	Tingkat Kinerja	DEMAGE CONTROL
0.246871	28	0.009	

Tabel 4.19. *Lanjutan*

Model 3			
Drift	Tinggi Struktur	Tingkat Kinerja	DEMAGE CONTROL
0.229534	28	0.008	

Pada tabel diatas diketahui pada pemodelan 1 ,2 dan 3 yang memiliki nilai R =7,5 , R = 7 dan R = 6 memiliki kinerja struktur *Damage Control* yang berarti bangunan masih mampu menahan gempa yang terjadi, resiko korban jiwa sangat kecil.

4.2.5. Tinjauan Nilai R Model 1 ,2 dan 3

Pada hasil analisa *pushover* yang terlampir pada lampiran kemudian daktilitas dan nilai respon modifikasi R dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Tinjauan Nilai R

MODEL	DAKTALITAS(μ)	Ω_0	Respon Modifikasi	Respon Modifikasi (SNI 1726:2019)
Model 1	2.739280603	2.5	6.8	7.5
Model 2	2.233832731	2.5	5.8	7
Model 3	2.195990002	2.5	5.5	6

Dari hasil tabel diatas nilai respon modifikasi (R) yang dihitung berdasarkan daktilitas dengan respon modifikasi (SNI 1726:2019) terdapat perbedaan, hal ini disebabkan karena rangka pemikul momen diasumsikan dalam kondisi plastis sedangkan dinding geser dalam kondisi elastis.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini kesimpulan yang dapat di tarik setelah dilakukan 3 pemodelan dinding geser plat baja dengan beton komposit yang memiliki nilai R , Ω dan Cd yang berbeda adalah :

1. Simpangan yang terjadi pada model 1 dengan nilai $R = 7,5, \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$ sebesar 231.669 mm, model 2 dengan nilai $R = 7, \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$, sebesar 253,545 mm dan model 3 dengan nilai $R = 6 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 5$, sebesar 246,95 mm
2. Perpindahan yang terjadi pada model 1 dengan nilai $R = 7,5 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$ sebesar 10.006 mm, model 2 dengan nilai $R = 7 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$, sebesar 10,81 mm dan model 3 dengan nilai $R = 6 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 5$, sebesar 10,713 mm
3. Daktalitas yang terjadi pada model 1 dengan nilai $R = 7,5 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$ sebesar 2,739 satuan, model 2 dengan nilai $R = 7 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$, sebesar 2,234 satuan dan model 3 dengan nilai $R = 6 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 5$, sebesar 2.196 satuan.
4. Dari ketiga model yang dianalisis nilai simpangan ,perpindahan dan terbesar terjadi pada pemodelan ke 2 dengan nilai $R = 7 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$ sedangkan daktalitas terbesar terjadi di pemodelan 1 nilai $R = 7,5 \Omega = 2.5$ dan $Cd = 6$.
5. Nilai respon modifikasi (R) yang dihitung berdasarkan daktalitas dengan respon modifikasi (SNI 1726:2019) terdapat perbedaan, hal ini disebabkan karena rangka pemikul momen diasumsikan dalam kondisi plastis sedangkan dinding geser dalam kondisi elastis.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan perbandingan antara penggunaan program komputer yang lain sehingga hasil lebih akurat.
2. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan perbandingan variasi ukuran struktur sehingga hasil yang didapatkan menjadi lebih bervariasi.
3. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik dilakukan pendesainan dengan struktur tidak simetris sehingga simpangan, drift dan daktalitas yang terjadi lebih memiliki perbedaan nilai.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalas, G. (2016). Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung.
- Ananda, F. (2014). *Perencanaan Penulangan Dinding Geser (Shear Wall) Berdasarkan Tata Cara Sni 03-2847-20 02*. Jurnal Teknik Sipil USU, 3(1).
- Badan Standarisasi Nasional (2018) *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain RSNi 1727:2018*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional (201X) *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan 2847:201X*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional (201X) *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:201X*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Churrohman, F. (2012). *Studi Perilaku Dinding Geser Beton Bertulang dan Dinding Geser Pelat Baja Dengan Analisis Statik Non-linier Pushover*. Universitas Indonesia. Depok.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987) *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU
- Dewobroto, W. (2016). *Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain–AISC 2010 Edisi ke-2*. Tangerang: Penerbit Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Frapanti, S. (2018). *Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover*. Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- <http://puskim.pu.go.id>.

- Pangemanan, S., & Mantiri, H. G. (2017). *Analisis Pushover Perilaku Seismik Struktur Bangunan Bertingkat: Studi Kasus Bangunan Ruko*. Simposium II UNIID 2017, 2(1), 365-373.
- Prabowo, A., & Lase, Y. (2016). *Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω_0) pada Struktur Gabungan Rangka Baja dan Rangka Beton Bertulang dengan Analisis Pushover*. Journal of Civil Engineering, 23(1), 75-88.
- Proceedings of the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering April 18-22, 2006, San Francisco, California, USA Paper No. 1089*
- Laresi, Y. T., Ihsan, M., & Alisjahbana, S. W. (2018). *Analisis Pushover Terhadap Ketidakberaturan Struktur Gedung Universitas 9 Lantai*. Jurnal Infrastruktur, 4(1), 53-63.
- Mahendrayu, B., & Kartini, W. (2019). *Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Graha Siantar Top Surabaya*. Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 2(2)
- Manalip, H., Kumaat, E. J., & Runtu, F. I. (2015). *Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa Pushover*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 5(1).
- Manalip, H., Windah, R. S., & Dapas, S. O. (2014). *Analisis Pushover Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium*. Jurnal Sipil Statik, 2(4).
- Nussa, R. T., Suswanto, B., & Sugihardjo, H. *Studi Perilaku Dinding Geser Pelat Baja (Steel Plate Shear Wall) Terhadap Konfigurasi Pengaku Lateral*.
- Tavio (2018). *"Desain rekayasa gempa berbasis kinerja (Performance Based Design)"*. Surabaya dan Jakarta : ANDI Yogyakarta

LAMPIRAN 1
DATA PERENCANAAN GEMPA

Tabel L1.1. : Data perencanaan gempa Pemodelan 1

1. Kategori resiko dan faktor keutamaan gempa		
Pusat Telekomunikasi (Pabrik)	III	
Faktor keutamaan gempa, I =	1.25	
2. Kelas Situs		
Jenis tanah yang digunakan ialah tanah sedang Kelas situs: SD (Tanah sedang)		
3. Parameter percepatan gempa		
Daerah =	Banda Aceh	
Percepatan gempa untuk periode pendek (Ss) =	1.252	g
Percepatan gempa untuk periode 1 detik (S1) =	0.559	g
4. Koefisien situs Fa dan Fv		
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (Fa) =	1	
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik (Fv) =	1.5	
5. Parameter respon spektral		
Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek (SMS) =	1.127	
Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik (SM1) =	0.839	
6. Parameter percepatan spektral desain		
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (SDS) =	0.83467	
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (SD1) =	0.559	
7. Kategori Desain Seismik		
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek =	D	
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik =	D	
8. Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik		
Sistem pemikul gaya seismik =		
Koefisien modifikasi respon R =	7.5	
Faktor kuat lebih sistem, Ω_0 =	2.5	
Faktor pembesaran simpangan lateral, Cd =	6	
Faktor redudansi	1.3	

Tabel L1.2. : Data perencanaan gempa Pemodelan 2

1. Kategori resiko dan faktor keutamaan gempa		
Pusat Telekomunikasi (Pabrik)	III	
Faktor keutamaan gempa, I =	1.25	
2. Kelas Situs		
Jenis tanah yang digunakan ialah tanah sedang Kelas situs: SD (Tanah sedang)		
3. Parameter percepatan gempa		
Daerah =	Banda Aceh	
Percepatan gempa untuk periode pendek (S_s) =	1.252	g
Percepatan gempa untuk periode 1 detik (S_1) =	0.559	g
4. Koefisien situs F_a dan F_v		
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) =	1	
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik (F_v) =	1.5	
5. Parameter respon spektral		
Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS}) =	1.127	
Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik (S_{M1}) =	0.839	
6. Parameter percepatan spektral desain		
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (S_{DS}) =	0.83467	
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (S_{D1}) =	0.559	
7. Kategori Desain Seismik		
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek =	D	
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik =	D	
8. Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik		
Sistem pemikul gaya seismik =		
Koefisien modifikasi respon R =	7	
Faktor kuat lebih sistem, Ω_0 =	2.5	
Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d =	6	
Faktor reduksi	1.3	

Tabel L1.3. : Data perencanaan gempa Pemodelan 3

1. Kategori resiko dan faktor keutamaan gempa		
Pusat Telekomunikasi (Pabrik)	III	
Faktor keutamaan gempa, I =	1.25	
2. Kelas Situs		
Jenis tanah yang digunakan ialah tanah sedang Kelas situs: SD (Tanah sedang)		
3. Parameter percepatan gempa		
Daerah =	Banda Aceh	
Percepatan gempa untuk periode pendek (S_s) =	1.252	g
Percepatan gempa untuk periode 1 detik (S_1) =	0.559	g
4. Koefisien situs F_a dan F_v		
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) = 1		
Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik (F_v) = 1.5		
5. Parameter respon spektral		
Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS}) = 1.127		
Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik (S_{M1}) = 0.839		
6. Parameter percepatan spektral desain		
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (S_{DS}) = 0.83467		
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (S_{D1}) = 0.559		
7. Kategori Desain Seismik		
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek = D		
KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik = D		
8. Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik		
Sistem pemikul gaya seismik =		
Koefisien modifikasi respon R =	6	
Faktor kuat lebih sistem, Ω_0 =	2,5	
Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d =	5	
Faktor reduksi	1.3	

Penentuan SDs dan SD1

Kondisi Tanah : Tanah Sedang (SD)

Ss : 1.252

S1 : 0.559

Perhitungan interpolasi untuk mencari Fa dan Fv

Fa : 1

Fv : 1.5

SMs : $Fa \times Ss$

: 1×1.252

: 1.252

SM1 : $Fv \times S1$

: 1.5×0.559

: 0.8385

SDs : $\frac{2}{3} \times SMs$

: $\frac{2}{3} \times 1.252$

: 0.835

SD1 : $\frac{2}{3} \times SM1$

: $\frac{2}{3} \times 0.8385$

: 0.559

LAMPIRAN 2

MMR DAN PERIODA

Tabel L2.1: MMR dan Perioda Model 1 dengan Nilai $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

S_{D1}	0.559	g
Cu	1.4	
Ct	0.0488	
x	0.75	
hn	28	m
Tmin	0.594	detik
Tmax	0.832	detik

Modal Participation Mass Ratio														
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.998	0.3125	0.3129	0	0.3125	0.3129	0	0.1118	0.1116	0.1443	0.1118	0.1116	0.1443
Modal	2	0.884	0.3736	0.373	0	0.6861	0.686	0	0.1482	0.1484	0	0.26	0.26	0.1443
Modal	3	0.64	0.0642	0.0644	0	0.7504	0.7504	0	0.0329	0.0329	0.6049	0.2929	0.2928	0.7493
Modal	4	0.378	0.0529	0.0529	0	0.8033	0.8032	0	0.1684	0.1685	0.0233	0.4612	0.4614	0.7726
Modal	5	0.312	0.0779	0.078	0	0.8812	0.8812	0	0.216	0.2158	0	0.6772	0.6772	0.7726
Modal	6	0.216	0.0202	0.0201	0	0.9014	0.9014	0	0.0476	0.0476	0.1329	0.7247	0.7247	0.9055
Modal	7	0.2	1.89E-02	1.88E-02	0	0.9203	0.9202	0	4.55E-02	4.56E-02	0.0096	0.7703	0.7703	0.9151
Modal	8	0.162	2.45E-02	2.46E-02	0	0.9448	0.9448	0	6.02E-02	6.01E-02	0.00E+00	0.8304	0.8304	0.9151
Modal	9	0.139	9.10E-03	9.10E-03	0	0.9539	0.9539	0	0.0343	0.0344	0.006	0.8647	0.8648	0.9211
Modal	10	0.115	1.17E-02	1.17E-02	0	0.9656	0.9656	0	4.18E-02	4.17E-02	0.00E+00	0.9066	0.9065	0.9211
Modal	11	0.112	0.0063	0.0062	0	0.9718	0.9718	0	0.0155	0.0156	0.038	0.9221	0.922	0.9591
Modal	12	0.1	0.0054	0.0054	0	0.9773	0.9773	0	0.0125	0.0125	0.0036	0.9345	0.9345	0.9627

Tcy	0.998	detik
Tcx	0.884	detik
Ty	0.832	detik
Tx	0.832	detik

Tabel L2.2: MMR dan Perioda Model 2 dengan Nilai $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

S_{D1}	0.559	g
Cu	1.4	
Ct	0.0488	
x	0.75	
hn	28	m
Tmin	0.594	detik
Tmax	0.832	detik

Modal Participation Mass Ratio														
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.999	0.3142	0.3146	0	0.3142	0.3146	0	0.1121	0.112	0.1411	0.1121	0.112	0.1411
Modal	2	0.891	0.3759	0.3754	0	0.6901	0.69	0	0.1458	0.1459	0	0.2579	0.2579	0.1411
Modal	3	0.648	0.064	0.0641	0	0.7541	0.7541	0	0.031	0.031	0.613	0.2888	0.2888	0.7542
Modal	4	0.378	0.0528	0.0528	0	0.8069	0.8068	0	0.1698	0.17	0.0235	0.4587	0.4588	0.7777
Modal	5	0.315	0.0764	0.0765	0	0.8833	0.8833	0	0.2202	0.22	0	0.6789	0.6788	0.7777
Modal	6	0.221	0.0199	0.0199	0	0.9032	0.9032	0	0.05	0.05	0.1288	0.7288	0.7288	0.9065
Modal	7	0.2	1.84E-02	1.83E-02	0	0.9215	0.9215	0	4.44E-02	4.44E-02	0.0106	0.7732	0.7733	0.9171
Modal	8	0.164	2.43E-02	2.44E-02	0	0.9459	0.9459	0	6.02E-02	6.02E-02	0.00E+00	0.8334	0.8334	0.9171
Modal	9	0.139	9.20E-03	9.20E-03	0	0.9551	0.9551	0	0.0347	0.0347	0.0057	0.8681	0.8682	0.9228
Modal	10	0.116	1.12E-02	1.13E-02	0	0.9663	0.9664	0	4.05E-02	4.03E-02	0.00E+00	0.9086	0.9085	0.9228
Modal	11	0.114	0.0059	0.0059	0	0.9723	0.9723	0	0.0148	0.0149	0.038	0.9234	0.9234	0.9608
Modal	12	0.1	0.0055	0.0055	0	0.9778	0.9778	0	0.0127	0.0128	0.0034	0.9361	0.9362	0.9642

Tcy	0.999	detik
Tcx	0.891	detik
Ty	0.832	detik
Tx	0.832	detik

Tabel L2.3: MMR dan Perioda Model 3 dengan Nilai $R = 6$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 5$

S_{D1}	0.559	g
Cu	1.4	
Ct	0.0488	
x	0.75	
hn	28	m
Tmin	0.594	detik
Tmax	0.832	detik

Modal Participation Mass Ratio														
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.998	0.3125	0.3129	0	0.3125	0.3129	0	0.1118	0.1116	0.1443	0.1118	0.1116	0.1443
Modal	2	0.884	0.3736	0.373	0	0.6861	0.686	0	0.1482	0.1484	0	0.26	0.26	0.1443
Modal	3	0.64	0.0642	0.0644	0	0.7504	0.7504	0	0.0329	0.0329	0.6049	0.2929	0.2928	0.7493
Modal	4	0.378	0.0529	0.0529	0	0.8033	0.8032	0	0.1684	0.1685	0.0233	0.4612	0.4614	0.7726
Modal	5	0.312	0.0779	0.078	0	0.8812	0.8812	0	0.216	0.2158	0	0.6772	0.6772	0.7726
Modal	6	0.216	0.0202	0.0201	0	0.9014	0.9014	0	0.0476	0.0476	0.1329	0.7247	0.7247	0.9055
Modal	7	0.2	1.89E-02	1.88E-02	0	0.9203	0.9202	0	4.55E-02	4.56E-02	0.0096	0.7703	0.7703	0.9151
Modal	8	0.162	2.45E-02	2.46E-02	0	0.9448	0.9448	0	6.02E-02	6.01E-02	0.00E+00	0.8304	0.8304	0.9151
Modal	9	0.139	9.10E-03	9.10E-03	0	0.9539	0.9539	0	0.0343	0.0344	0.006	0.8647	0.8648	0.9211
Modal	10	0.115	1.17E-02	1.17E-02	0	0.9656	0.9656	0	4.18E-02	4.17E-02	0.00E+00	0.9066	0.9065	0.9211
Modal	11	0.112	0.0063	0.0062	0	0.9718	0.9718	0	0.0155	0.0156	0.038	0.9221	0.922	0.9591
Modal	12	0.1	0.0054	0.0054	0	0.9773	0.9773	0	0.0125	0.0125	0.0036	0.9345	0.9345	0.9627

Tcy	0.998	detik
Tcx	0.884	detik
Ty	0.832	detik
Tx	0.832	detik

LAMPIRAN 3
SCALE FACTOR

Tabel L3.1: *Scale Factor* Model 1 dengan Nilai $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

W		
Story	UX	UY
	kg	kg
Story7	355685.4	355685.4
Story6	629770.9	629770.9
Story5	629770.9	629770.9
Story4	716020.7	716020.7
Story3	747372	747372
Story2	747372	747372
Story1	747372	747372
Base	118004.8	118004.8
Total	4691368.7	4691368.7

Faktor Skala Awal

g	9.81	m/s ²
Ie	1.25	
R	7.5	
SF	1.634	m/s ²
SF	1634	mm/s ²

Perhitungan Cs

	X	Y
SDS	0.8347	0.8347
SD1	0.5590	0.5590
T	0.832	0.832
R	7.5	7.5
Ie	1.25	1.25
Cs	0.1391	0.1391
Cs,min	0.0459	0.0459
Cs,max	0.1120	0.1120
Cs,pakai	0.1120	0.1120
g	9.81	m/s ²

Awal						
	X	Y		Vi		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1120	0.1120				kN
V	5154.2374	5154.2374	kN	Ex Max	3924.214	2.78E+01
Vi	3924.2144	3924.2144	kN	Ey Max	2.78E+01	3924.214
Vi/V	0.7614	0.7614				
Cek	NOT OK	NOT OK				
Faktor Skala	1.6344	1.6344				
Faktor Skala Baru	2.1467	2.1467	m/s^2			
	2146.75	2146.75	mm/s^2			

Baru						
	X	Y		Vi baru		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1120	0.1120				kN
V	5154.2374	5154.2374	kN	Ex Max	5155.515	3.65E+01
Vi	5155.5147	5155.5148	kN	Ey Max	3.65E+01	5155.515
Vi/V	1.00	1				
	OK	OK				

Tabel L3.2: *Scale Factor* Model 2 dengan Nilai $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

W		
Story	UX	UY
	kg	kg
Story7	355685.4	355685.4
Story6	629770.9	629770.9
Story5	629770.9	629770.9
Story4	716020.7	716020.7
Story3	747372	747372
Story2	747372	747372
Story1	747372	747372
Base	118004.8	118004.8
Total	4691368.7	4691368.7

Faktor Skala Awal

g	9.81	m/s ²
Ie	1.25	
R	7	
SF	1.751	m/s ²
SF	1751	mm/s ²

Perhitungan Cs

	X	Y
SDS	0.8347	0.8347
SD1	0.5590	0.5590
T	0.832	0.832
R	7	7
Ie	1.25	1.25
Cs	0.1490	0.1490
Cs,min	0.0459	0.0459
Cs,max	0.1200	0.1200
Cs,pakai	0.1200	0.1200
g	9.81	m/s ²

Awal						
	X	Y		Vi		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1200	0.1200				kN
V	5522.3972	5522.3972	kN	Ex Max	4139.541	2.49E+01
Vi	4139.5413	4139.5413	kN	Ey Max	2.49E+01	4139.541
Vi/V	0.7496	0.7496				
Cek	NOT OK	NOT OK				
Faktor Skala	1.7512	1.7512				
Faktor Skala Baru	2.3362	2.3362	m/s^2			
	2336.19	2336.19	mm/s^2			

Koreksi						
	X	Y		Vi baru		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1200	0.1200				kN
V	5522.3972	5522.3972	kN	Ex Max	5523.013	3.32E+01
Vi	5523.0133	5523.0133	kN	Ey Max	3.32E+01	5523.013
Vi/V	1.00	1				
	OK	OK				

Tabel L3.3: *Scale Factor* Model 3 dengan Nilai $R = 6$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 5$

W		
Story	UX	UY
	kg	kg
Story7	355685.4	355685.4
Story6	629770.9	629770.9
Story5	629770.9	629770.9
Story4	716020.7	716020.7
Story3	747372	747372
Story2	747372	747372
Story1	747372	747372
Base	118004.8	118004.8
Total	4691368.7	4691368.7

Faktor Skala Awal

g	9.81	m/s ²
Ie	1.25	
R	6	
SF	2.043	m/s ²
SF	2043	mm/s ²

Perhitungan Cs

	X	Y
SDS	0.8347	0.8347
SD1	0.5590	0.5590
T	0.832	0.832
R	6	6
Ie	1.25	1.25
Cs	0.1739	0.1739
Cs,min	0.0459	0.0459
Cs,max	0.1400	0.1400
Cs,pakai	0.1400	0.1400
g	9.81	m/s ²

Awal						
	X	Y		Vi		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1400	0.1400				kN
V	6442.7967	6442.7967	kN	Ex Max	4906.709	3.47E+01
Vi	4906.7089	4906.7090	kN	Ey Max	3.47E+01	4906.709
Vi/V	0.7616	0.7616				
Cek	NOT OK	NOT OK				
Faktor Skala	2.0431	2.0431				
Faktor Skala Baru	2.6826	2.6826	m/s^2			
	2682.65	2682.65	mm/s^2			

Baru						
	X	Y		Vi baru		
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN	Load Case	FX	FY
Cs	0.1400	0.1400				kN
V	6442.7967	6442.7967	kN	Ex Max	6443.493	45.597
Vi	6443.4927	6443.4929	kN	Ey Max	45.5969	6443.493
Vi/V	1.00	1				
	OK	OK				

LAMPIRAN 4

SIMPANGAN ANTAR LANTAI

Tabel L4.1: Simpangan antar lantai arah X dan Arah Y Model 1 dengan Nilai $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta xe	Cd	Delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ex Max	X	35.70	4.287	6	20.6	4000	46.15	OK
6	Ex Max	X	31.42	5.839	6	28.0	4000	46.15	OK
5	Ex Max	X	25.58	6.439	6	30.9	4000	46.15	OK
4	Ex Max	X	19.14	5.475	6	26.3	4000	46.15	OK
3	Ex Max	X	13.66	5.45	6	26.2	4000	46.15	OK
2	Ex Max	X	8.21	4.94	6	23.7	4000	46.15	OK
1	Ex Max	X	3.27	3.268	6	15.7	4000	46.15	OK

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta ye	Cd	Delta y	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ey Max	Y	35.70	4.287	6	20.6	4000	46.15	OK
6	Ey Max	Y	31.42	5.839	6	28.0	4000	46.15	OK
5	Ey Max	Y	25.58	6.439	6	30.9	4000	46.15	OK
4	Ey Max	Y	19.14	5.475	6	26.3	4000	46.15	OK
3	Ey Max	Y	13.66	5.451	6	26.2	4000	46.15	OK
2	Ey Max	Y	8.21	4.943	6	23.7	4000	46.15	OK
1	Ey Max	Y	3.27	3.268	6	15.7	4000	46.15	OK

Tabel L4.2: Simpangan antar lantai arah X dan Arah Y Model 2 dengan Nilai $R = 7$,
 $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta xe	Cd	Delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ex Max	X	39.61	4.423	6	21.2	4000	46.15	OK
6	Ex Max	X	35.19	6.312	6	30.3	4000	46.15	OK
5	Ex Max	X	28.88	7.08	6	34.0	4000	46.15	OK
4	Ex Max	X	21.80	6.025	6	28.9	4000	46.15	OK
3	Ex Max	X	15.77	6.14	6	29.5	4000	46.15	OK
2	Ex Max	X	9.63	5.75	6	27.6	4000	46.15	OK
1	Ex Max	X	3.88	3.878	6	18.6	4000	46.15	OK

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta ye	Cd	Delta y	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ey Max	Y	39.61	4.423	6	21.2	4000	46.15	OK
6	Ey Max	Y	35.19	6.312	6	30.3	4000	46.15	OK
5	Ey Max	Y	28.88	7.08	6	34.0	4000	46.15	OK
4	Ey Max	Y	21.80	6.025	6	28.9	4000	46.15	OK
3	Ey Max	Y	15.77	6.14	6	29.5	4000	46.15	OK
2	Ey Max	Y	9.63	5.752	6	27.6	4000	46.15	OK
1	Ey Max	Y	3.88	3.878	6	18.6	4000	46.15	OK

Tabel L4.3: Simpangan antar lantai arah X dan Arah Y Model 3 dengan Nilai $R = 6$,
 $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 5$

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta xe	Cd	Delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ex Max	X	44.62	5.359	5	21.4	4000	46.15	OK
6	Ex Max	X	39.26	7.297	5	29.2	4000	46.15	OK
5	Ex Max	X	31.97	8.048	5	32.2	4000	46.15	OK
4	Ex Max	X	23.92	6.843	5	27.4	4000	46.15	OK
3	Ex Max	X	17.08	6.81	5	27.3	4000	46.15	OK
2	Ex Max	X	10.26	6.18	5	24.7	4000	46.15	OK
1	Ex Max	X	4.08	4.084	5	16.3	4000	46.15	OK

Story	Load Case/Combo	Direction	Delta Total	Delta ye	Cd	Delta y	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
			mm	mm		mm	mm	mm	
7	Ey Max	Y	44.62	5.359	5	21.4	4000	46.15	OK
6	Ey Max	Y	39.26	7.297	5	29.2	4000	46.15	OK
5	Ey Max	Y	31.97	8.048	5	32.2	4000	46.15	OK
4	Ey Max	Y	23.92	6.843	5	27.4	4000	46.15	OK
3	Ey Max	Y	17.08	6.813	5	27.3	4000	46.15	OK
2	Ey Max	Y	10.26	6.178	5	24.7	4000	46.15	OK
1	Ey Max	Y	4.08	4.084	5	16.3	4000	46.15	OK

LAMPIRAN 5

TABEL PENGARUH P-DELTA

Tabel L5.1: Pengaruh P-Delta model 1 Nilai $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

Story	Load Case/Combo	VX
		kN
Story7	Ex Max	807.6048
Story6	Ex Max	2065.768
Story5	Ex Max	3090.0467
Story4	Ex Max	3961.2421
Story3	Ex Max	4610.345
Story2	Ex Max	5000.3787
Story1	Ex Max	5155.5131

Story	Load Case/Combo	P
		kN
Story7	Envelope	3066.3863
Story6	Envelope	6501.4126
Story5	Envelope	9936.4389
Story4	Envelope	14161.4575
Story3	Envelope	18386.4761
Story2	Envelope	22611.4947
Story1	Envelope	26836.5133

Story	Load Case/Combo	VY
		kN
Story7	Ey Max	807.6048
Story6	Ey Max	2065.7681
Story5	Ey Max	3090.0467
Story4	Ey Max	3961.2421
Story3	Ey Max	4610.3449
Story2	Ey Max	5000.3787
Story1	Ey Max	5155.5132

Beta	1
Cd	6
Teta max	0.08333

Arah X								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3066.4	35.702	1.25	807.6	4000	6	0.0071	Aman
6	6501.4	31.415	1.25	2065.8	4000	6	0.0051	Aman
5	9936.4	25.576	1.25	3090.0	4000	6	0.0043	Aman
4	14161.5	19.137	1.25	3961.2	4000	6	0.0036	Aman
3	18386.5	13.662	1.25	4610.3	4000	6	0.0028	Aman
2	22611.5	8.211	1.25	5000.4	4000	6	0.0019	Aman
1	26836.5	3.268	1.25	5155.5	4000	6	0.0009	Aman

Arah Y								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3062.3	45.129	1.25	868.4	4000	6	0.0083	Aman
6	6493.1	40.643	1.25	2086.4	4000	6	0.0066	Aman
5	9924.0	33.658	1.25	2995.4	4000	6	0.0058	Aman
4	14141.8	25.745	1.25	3772.2	4000	6	0.0050	Aman
3	18359.6	18.992	1.25	4431.3	4000	6	0.0041	Aman
2	22577.4	11.762	1.25	4907.4	4000	6	0.0028	Aman
1	26795.2	4.639	1.25	5148.9	4000	6	0.0013	Aman

Izin	
Story	Teta Max
7	0.08333
6	0.08333
5	0.08333
4	0.08333
3	0.08333
2	0.08333
1	0.08333

Tabel L5.2 Pengaruh P-Delta Model 2 Nilai $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

Story	Load Case/Combo	VX
		kN
Story7	Ex Max	846.6285
Story6	Ex Max	2178.4992
Story5	Ex Max	3271.4144
Story4	Ex Max	4208.8664
Story3	Ex Max	4916.8041
Story2	Ex Max	5349.0164
Story1	Ex Max	5523.0117

Story	Load Case/Combo	P
		kN
Story7	Envelope	3064.3203
Story6	Envelope	6497.2806
Story5	Envelope	9930.2409
Story4	Envelope	14151.1274
Story3	Envelope	18372.014
Story2	Envelope	22592.9006
Story1	Envelope	26813.7871

Story	Load Case/Combo	VY
		kN
Story7	Ey Max	846.6285
Story6	Ey Max	2178.4992
Story5	Ey Max	3271.4144
Story4	Ey Max	4208.8664
Story3	Ey Max	4916.8041
Story2	Ey Max	5349.0164
Story1	Ey Max	5523.0117

Beta	1
Cd	6
Teta max	0.08333

Arah X								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3064.3	39.610	1.25	846.6	4000	6	0.0075	Aman
6	6497.3	35.187	1.25	2178.5	4000	6	0.0055	Aman
5	9930.2	28.875	1.25	3271.4	4000	6	0.0046	Aman
4	14151.1	21.795	1.25	4208.9	4000	6	0.0038	Aman
3	18372.0	15.770	1.25	4916.8	4000	6	0.0031	Aman
2	22592.9	9.630	1.25	5349.0	4000	6	0.0021	Aman
1	26813.8	3.878	1.25	5523.0	4000	6	0.0010	Aman

Arah Y								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3064.3	39.610	1.25	846.6	4000	6	0.0075	Aman
6	6497.3	35.187	1.25	2178.5	4000	6	0.0055	Aman
5	9930.2	28.875	1.25	3271.4	4000	6	0.0046	Aman
4	14151.1	21.795	1.25	4208.9	4000	6	0.0038	Aman
3	18372.0	15.770	1.25	4916.8	4000	6	0.0031	Aman
2	22592.9	9.630	1.25	5349.0	4000	6	0.0021	Aman
1	26813.8	3.878	1.25	5523.0	4000	6	0.0010	Aman

Izin	
Story	Teta Max
7	0.08333
6	0.08333
5	0.08333
4	0.08333
3	0.08333
2	0.08333
1	0.08333

Tabel L5.3: Nilai $R = 6$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 5$

Story	Load Case/Combo	VX
		kN
Story7	Ex Max	1009.3649
Story6	Ex Max	2581.8492
Story5	Ex Max	3862.0186
Story4	Ex Max	4950.8607
Story3	Ex Max	5762.1259
Story2	Ex Max	6249.5999
Story1	Ex Max	6443.4908

Story	Load Case/Combo	P
		kN
Story7	Envelope	3066.3863
Story6	Envelope	6501.4126
Story5	Envelope	9936.4389
Story4	Envelope	14161.4575
Story3	Envelope	18386.4761
Story2	Envelope	22611.4947
Story1	Envelope	26836.5133

Story	Load Case/Combo	VY
		kN
Story7	Ey Max	1009.3649
Story6	Ey Max	2581.8492
Story5	Ey Max	3862.0186
Story4	Ey Max	4950.8606
Story3	Ey Max	5762.1258
Story2	Ey Max	6249.5999
Story1	Ey Max	6443.4909

Beta	1
Cd	5
Teta max	0.10000

Arah X								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3066.4	44.622	1.25	1009.4	4000	5	0.0085	Aman
6	6501.4	39.263	1.25	2581.8	4000	5	0.0062	Aman
5	9936.4	31.966	1.25	3862.0	4000	5	0.0051	Aman
4	14161.5	23.918	1.25	4950.9	4000	5	0.0043	Aman
3	18386.5	17.075	1.25	5762.1	4000	5	0.0034	Aman
2	22611.5	10.262	1.25	6249.6	4000	5	0.0023	Aman
1	26836.5	4.084	1.25	6443.5	4000	5	0.0011	Aman

Arah Y								
Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	Teta	Cek
	kN	mm		kN	mm			
7	3066.4	44.622	1.25	1009.4	4000	5	0.0085	Aman
6	6501.4	39.263	1.25	2581.8	4000	5	0.0062	Aman
5	9936.4	31.966	1.25	3862.0	4000	5	0.0051	Aman
4	14161.5	23.918	1.25	4950.9	4000	5	0.0043	Aman
3	18386.5	17.075	1.25	5762.1	4000	5	0.0034	Aman
2	22611.5	10.262	1.25	6249.6	4000	5	0.0023	Aman
1	26836.5	4.084	1.25	6443.5	4000	5	0.0011	Aman

Izin	
Story	Teta Max
7	0.10000
6	0.10000
5	0.10000
4	0.10000
3	0.10000
2	0.10000
1	0.10000

LAMPIRAN 6

TABEL SISTEM GANDA

Tabel L6.1: Sistem Ganda model 1 dengan $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$, $C_d = 6$

Story	Load Case/Combo	FX	FY
		kN	kN
Base	EQX Max	93.5545	
Base	EQX Max	93.0244	
Base	EQX Max	709.1656	
Base	EQX Max	710.113	
Base	EQX Max	708.5828	
Base	EQX Max	709.5611	
Base	EQX Max	93.0502	
Base	EQX Max	93.0545	
Base	EQY Max		709.1657
Base	EQY Max		708.5829
Base	EQY Max		93.5546
Base	EQY Max		93.0502
Base	EQY Max		93.0245
Base	EQY Max		93.0545
Base	EQY Max		710.1129
Base	EQY Max		709.561

Story	Load Case	FX	Load Case	FY
		kN		kN
Base	EQX Max	93.55	EQY Max	709.17
Base	EQX Max	93.02	EQY Max	708.58
Base	EQX Max	709.17	EQY Max	93.55
Base	EQX Max	710.11	EQY Max	93.05
Base	EQX Max	708.58	EQY Max	93.02
Base	EQX Max	709.56	EQY Max	93.05
Base	EQX Max	93.05	EQY Max	710.11
Base	EQX Max	93.05	EQY Max	709.56
		3210.11		3210.11

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	5155.5147	36.4827
EQY 1	36.4826	5155.5148
Vrx	5155.5147	
Vry	5155.5148	
Vswx	3210.11	
Vswy	3210.11	
Persentase X	62.265	OK
Persentase Y	62.265	OK

Tabel L6.2 Sistem Ganda Model 2 R= 7 , $\Omega = 2,5$, Cd = 6

Story	Load Case/Combo	FX	FY
		kN	kN
Base	EQX Max	112.1188	
Base	EQX Max	111.6061	
Base	EQX Max	688.0608	
Base	EQX Max	688.8826	
Base	EQX Max	687.4576	
Base	EQX Max	688.327	
Base	EQX Max	111.631	
Base	EQX Max	111.6331	
Base	EQY Max		688.0608
Base	EQY Max		687.4576
Base	EQY Max		112.1188
Base	EQY Max		111.631
Base	EQY Max		111.6061
Base	EQY Max		111.6331
Base	EQY Max		688.8826
Base	EQY Max		688.327

Story	Load Case	FX	Load Case	FY
		kN		kN
Base	EQX Max	112.12	EQY Max	688.06
Base	EQX Max	111.61	EQY Max	687.46
Base	EQX Max	688.06	EQY Max	112.12
Base	EQX Max	688.88	EQY Max	111.63
Base	EQX Max	687.46	EQY Max	111.61
Base	EQX Max	688.33	EQY Max	111.63
Base	EQX Max	111.63	EQY Max	688.88
Base	EQX Max	111.63	EQY Max	688.33
		3199.72		3199.72

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	5523.0133	33.157
EQY 1	33.157	5523.0133
Vrx	5523.0133	
Vry	5523.0133	
Vswx	3199.72	
Vswy	3199.72	
Persentase X	57.934	OK
Persentase Y	57.934	OK

Tabel L6.3: Sistem Ganda Model 3 R= 6 , $\Omega = 2,5$, Cd = 5

Story	Load Case/Combo	FX	FY
		kN	kN
Base	EQX Max	116.9268	
Base	EQX Max	116.2643	
Base	EQX Max	886.3331	
Base	EQX Max	887.5172	
Base	EQX Max	885.6047	
Base	EQX Max	886.8274	
Base	EQX Max	116.2965	
Base	EQX Max	116.3019	
Base	EQY Max		886.3333
Base	EQY Max		885.6048
Base	EQY Max		116.9269
Base	EQY Max		116.2966
Base	EQY Max		116.2643
Base	EQY Max		116.3019
Base	EQY Max		887.5171
Base	EQY Max		886.8273

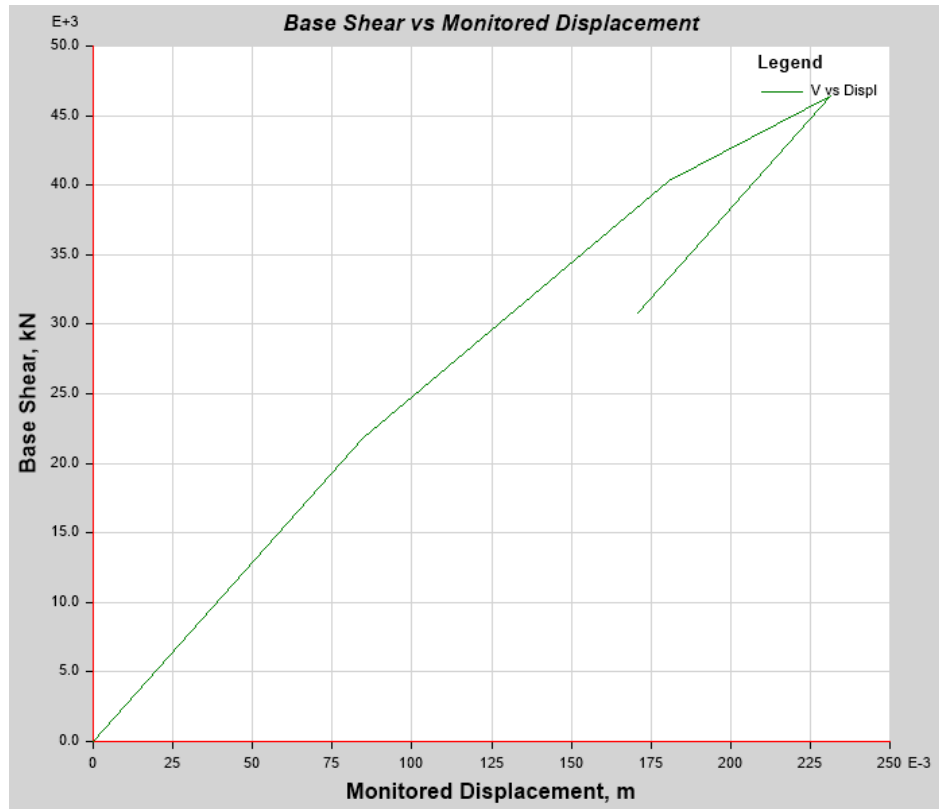
Story	Load Case	FX	Load Case	FY
		kN		kN
Base	EQX Max	116.93	EQY Max	886.33
Base	EQX Max	116.26	EQY Max	885.60
Base	EQX Max	886.33	EQY Max	116.93
Base	EQX Max	887.52	EQY Max	116.30
Base	EQX Max	885.60	EQY Max	116.26
Base	EQX Max	886.83	EQY Max	116.30
Base	EQX Max	116.30	EQY Max	887.52
Base	EQX Max	116.30	EQY Max	886.83
		4012.07		4012.07

Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	6443.4927	45.597
EQY 1	45.5969	6443.4929
Vrx	6443.4927	
Vry	6443.4929	
Vswx	4012.07	
Vswy	4012.07	
Persentase X	62.265	OK
Persentase Y	62.265	OK

LAMPIRAN 7

Pushover Curve

L7.1. Pemodelan 1 $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $C_d = 6$



Tabulated Plot Coordinates

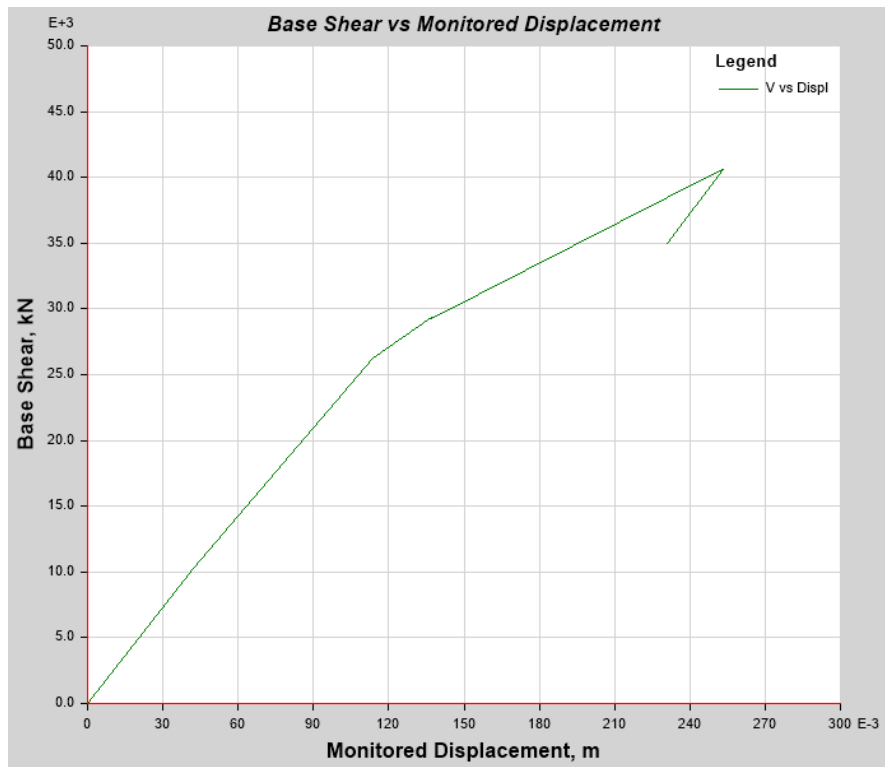
Capacity Curve Coordinates (Part 1 of 2)

Step	Monitored Displ m	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP
0	0.00006	0	910	0	0	0	0	910	0	0
1	0.084543	21760.0939	908	2	0	0	0	910	0	0
2	0.180682	40275.0149	559	351	0	0	0	877	33	0
3	0.231587	46401.5836	476	432	2	0	0	783	98	10
4	0.171081	30784.7637	476	432	2	0	0	783	98	10

Capacity Curve Coordinates (Part 2 of 2)

>CP	Total Hinges
0	910
0	910
0	910
19	910
19	910

L7.2. Pemodelan 2 R = 7 , $\Omega = 2,5$ dan $C_d = 6$



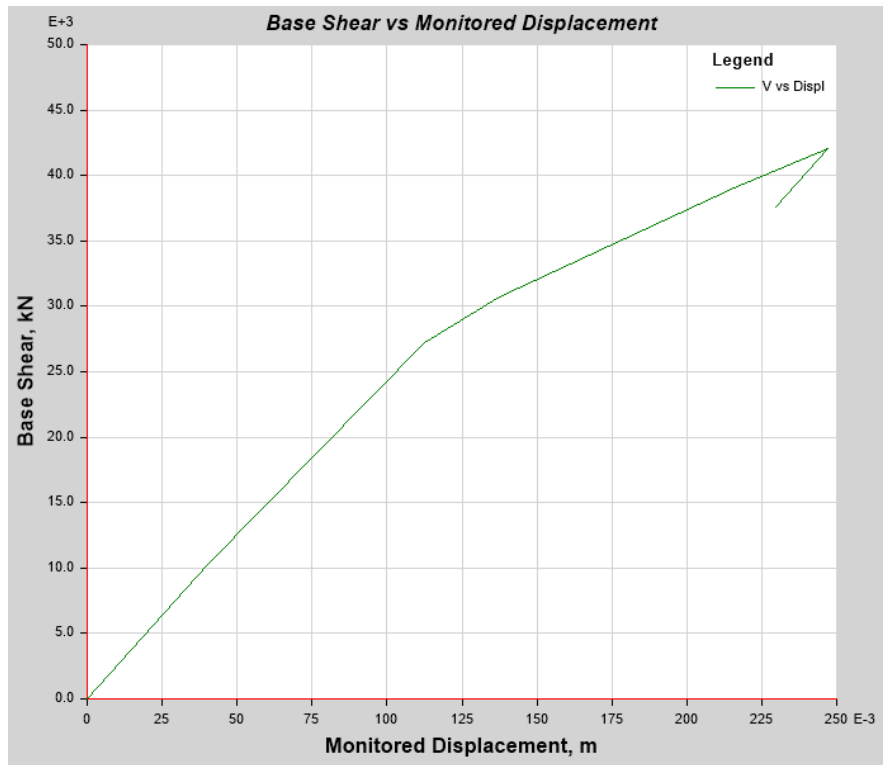
Capacity Curve Coordinates (Part 1 of 2)

Step	Monitored Displ m	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP
0	0.000043	0	910	0	0	0	0	910	0	0
1	0.04203	10268.6943	910	0	0	0	0	910	0	0
2	0.11347	26278.7839	729	181	0	0	0	910	0	0
3	0.137032	29350.9707	602	308	0	0	0	910	0	0
4	0.137046	29309.0205	602	308	0	0	0	909	1	0
5	0.249822	40291.173	402	508	0	0	0	727	146	23
6	0.253473	40621.8736	402	506	2	0	0	718	148	28
7	0.230783	34937.3351	402	504	2	0	2	718	148	26

Capacity Curve Coordinates (Part 2 of 2)

>CP	Total Hinges
0	910
0	910
0	910
0	910
0	910
14	910
16	910
18	910

L7.2. Pemodelan 3 R = 6 , $\Omega = 2,5$ dan Cd = 5



Capacity Curve Coordinates (Part 1 of 2)

Step	Monitored Displ m	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP
0	0.000055	0	910	0	0	0	0	910	0	0
1	0.040382	10315.8876	910	0	0	0	0	910	0	0
2	0.112419	27232.3668	729	181	0	0	0	910	0	0
3	0.137303	30700.1586	596	314	0	0	0	908	2	0
4	0.137316	30690.3787	596	314	0	0	0	908	2	0
5	0.215857	39003.5823	448	462	0	0	0	810	82	16
6	0.215858	39003.6599	448	462	0	0	0	810	82	16
7	0.246871	42062.6488	413	495	2	0	0	731	138	19
8	0.229534	37603.8645	413	495	2	0	0	731	138	19

Capacity Curve Coordinates (Part 2 of 2)

>CP	Total Hinges
0	910
0	910
0	910
0	910
0	910
2	910
2	910
22	910
22	910

LAMPIRAN 8

Pushover Curve - FEMA 440 Equivalent Linearization

1. Pemodelan $R = 7,5$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

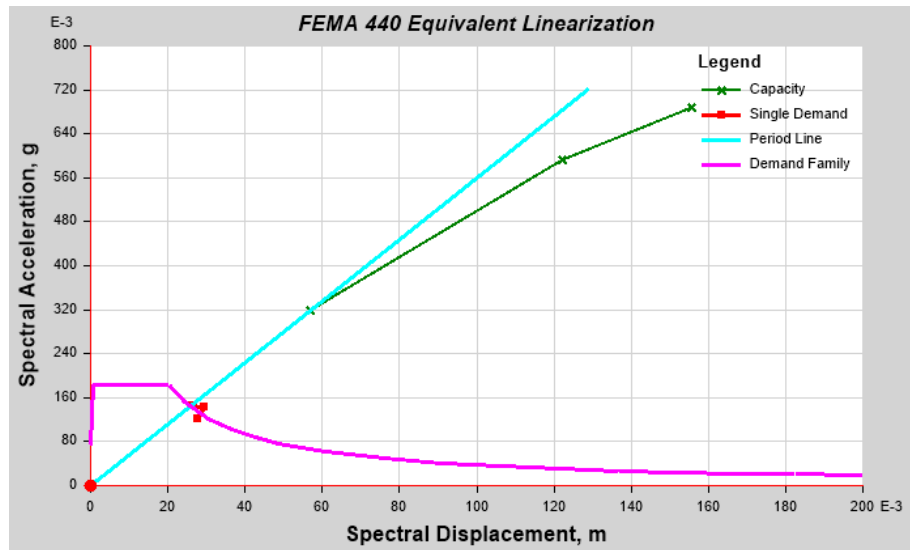
Demand Spectrum Input Data

Source	Defined Function	Function Name	Gempa Aceh
		Scalefactor	2.1467 m/sec ²

Effective Period and Effective Damping Parameters

Inherent Damping	0.05		
Damping Params	Default Value	Period Parameters	Default Value
A	4.2	G	0.11
B	-0.83	H	-0.018
C	10	I	0.09
D	1.6	J	0.14
E	22	K	0.77
F	0.4	L	0.05

Pushover Plot



Plot Items

Demand Spectra Ductility Ratios 1; 1.5; 2; 2.5
Constant Period Lines 0.5; 1; 1.5; 2

Performance Point

Point Found	No	T secant	0 sec
Shear	0 kN	T effective	0 sec
Displacement	0 m	Ductility Ratio	0
Sa	0	Effective Damping	0
Sd	0 m	Modification Factor	0

Tabulated Plot Coordinates**Capacity Curve Coordinates**

Sd	Sa	Period
m	g	sec
0	0	0.848
0.057003	0.318751	0.848
0.122125	0.592631	0.911
0.15572	0.687292	0.955

2. Pemodelan $R = 7$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 6$

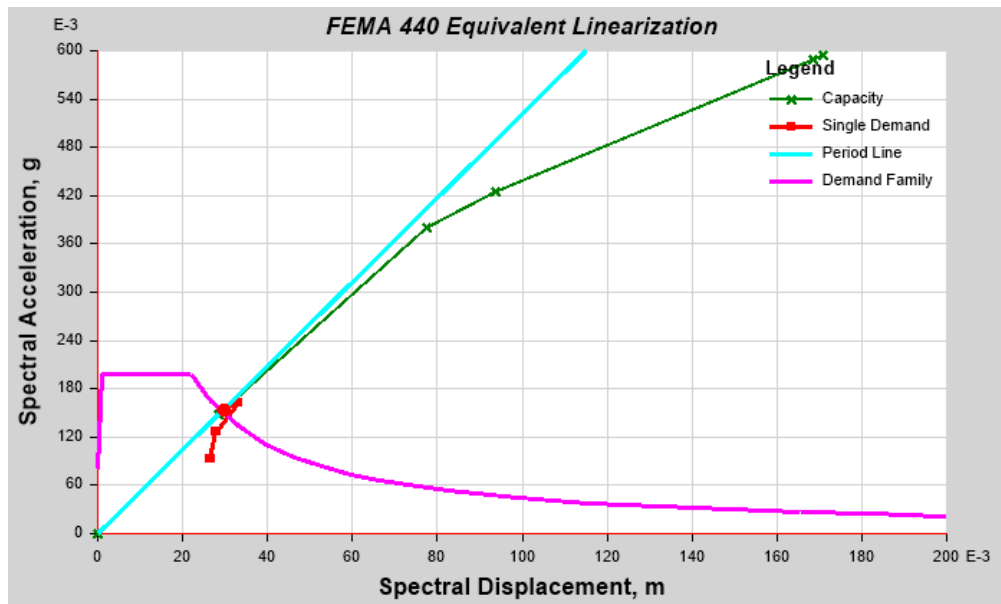
Demand Spectrum Input Data

Source	Defined Function	Function Name	Gempa Aceh
		Scalefactor	2.3362 m/sec ²

Effective Period and Effective Damping Parameters

Inherent Damping	0.05		
Damping Params	User Specified	Period Parameters	User Specified
A	4.2	G	0.11
B	-0.83	H	-0.018
C	10	I	0.09
D	1.6	J	0.14
E	22	K	0.77
F	0.4	L	0.05

Pushover Plot



Plot Items

Demand Spectra Ductility Ratios	1; 1.5; 2; 2.5
Constant Period Lines	0.5; 1; 1.5; 2

Performance Point

Point Found	Yes	T secant	0.88 sec
Shear	10615.6337 kN	T effective	0.884 sec
Displacement	0.043578 m	Ductility Ratio	1.037068
Sa	0.153693	Effective Damping	0.0518
Sd	0.029622 m	Modification Factor	1.009387

Tabulated Plot Coordinates**Capacity Curve Coordinates**

Sd	Sa	Period
m	g	sec
0	0	0.879
0.028564	0.148666	0.879
0.077424	0.380633	0.905
0.093633	0.425156	0.942
0.093645	0.424531	0.942
0.168554	0.589363	1.073
0.170962	0.594399	1.076

Pemodelan $R = 6$, $\Omega = 2,5$ dan $Cd = 5$

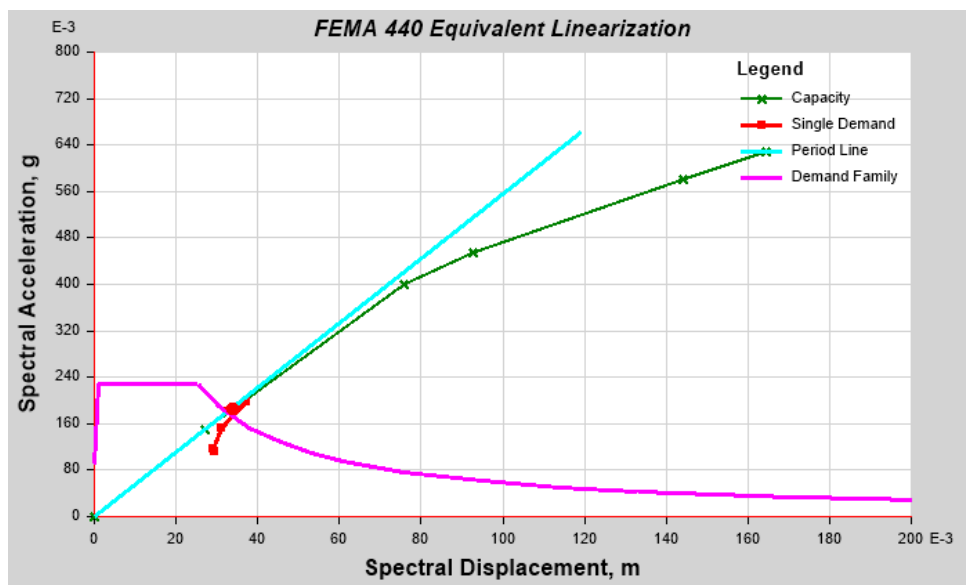
Demand Spectrum Input Data

Source	Defined Function	Function Name	Gempa Aceh
		Scalefactor	2.6826 m/sec ²

Effective Period and Effective Damping Parameters

Inherent Damping	0.05		
Damping Params	User Specified	Period Parameters	User Specified
A	4.2	G	0.11
B	-0.83	H	-0.018
C	10	I	0.09
D	1.6	J	0.14
E	22	K	0.77
F	0.4	L	0.05

Pushover Plot



Plot Items

Demand Spectra Ductility Ratios	1; 1.5; 2; 2.5
Constant Period Lines	0.5; 1; 1.5; 2

Performance Point

Point Found	Yes	T secant	0.854 sec
Shear	12657.1174 kN	T effective	0.881 sec
Displacement	0.050352 m	Ductility Ratio	1.248025
Sa	0.185735	Effective Damping	0.0621
Sd	0.033955 m	Modification Factor	1.066915

Tabulated Plot Coordinates

Capacity Curve Coordinates

Sd	Sa	Period
m	g	sec
0	0	0.851
0.027207	0.151167	0.851
0.075965	0.400937	0.873
0.092731	0.453826	0.907
0.09275	0.453769	0.907
0.144295	0.581971	0.999
0.144295	0.581972	0.999
0.164523	0.629677	1.026

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Tanyo Adhytia Pratama
Panggilan : Tanyo
Tempat, Tanggal Lahir : Langsa, 11 Mei 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat Sekarang : Jl. Kapten Muchtar Basri, Ampera VI No 29D
HP/Tlpn Seluler : 089617726920

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
Kelulusan		
Sekolah Dasar	SDN 1 Kualasimpang	2009
Sekolah Menengah Pertama	SMP N 4 Percontohan	2012
Sekolah Menengah Atas	SMA N 2 Percontohan	2015

ORGANISASI

Informasi

Tahun

-

-