

# Kajian Faktor Modifikasi Respon ( $R$ ) Dan Faktor Kuat Lebih ( $\Omega_0$ ) Terhadap Simpangan, Daktilitas, Dan Perpindahan Pada Struktur Gabungan Dinding Geser Plat Baja Dengan Analisa Pushover ( Study Literatur )

Tantyo Adhytia Pratama

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan  
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.

tyoadhytiap@gmail.com

## Abstrak

*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 ( $\Omega_0$ ). Besarnya nilai  $R$  dan  $\Omega_0$  dipengaruhi oleh Kategori Desain Seismik (KDS) dimana struktur akan dibangun. Besarnya nilai  $R$  dan  $\Omega_0$  yang sebenarnya dimiliki struktur dapat diketahui dengan melakukan evaluasi terhadap hasil perancangan struktur menggunakan analisis pushover. Apabila nilai  $R$  dan  $\Omega_0$  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  $Cd = 6$  dengan nilai simpangan 253,545 mm, perpindahan 10,81 mm dan daktilitas terbesar terjadi pada pemodelan 1  $R = 7$ ,  $\Omega = 2,5$  dan  $Cd = 6$  sebesar 2,739 satuan.*

**Kata Kunci:** Daktilitas, faktor modifikasi respon, faktor kuat lebih.

## 1. PENDAHULUAN

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 ( $\Omega_o$ ).

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  $\Omega_o$  untuk melakukan perancangan struktur.

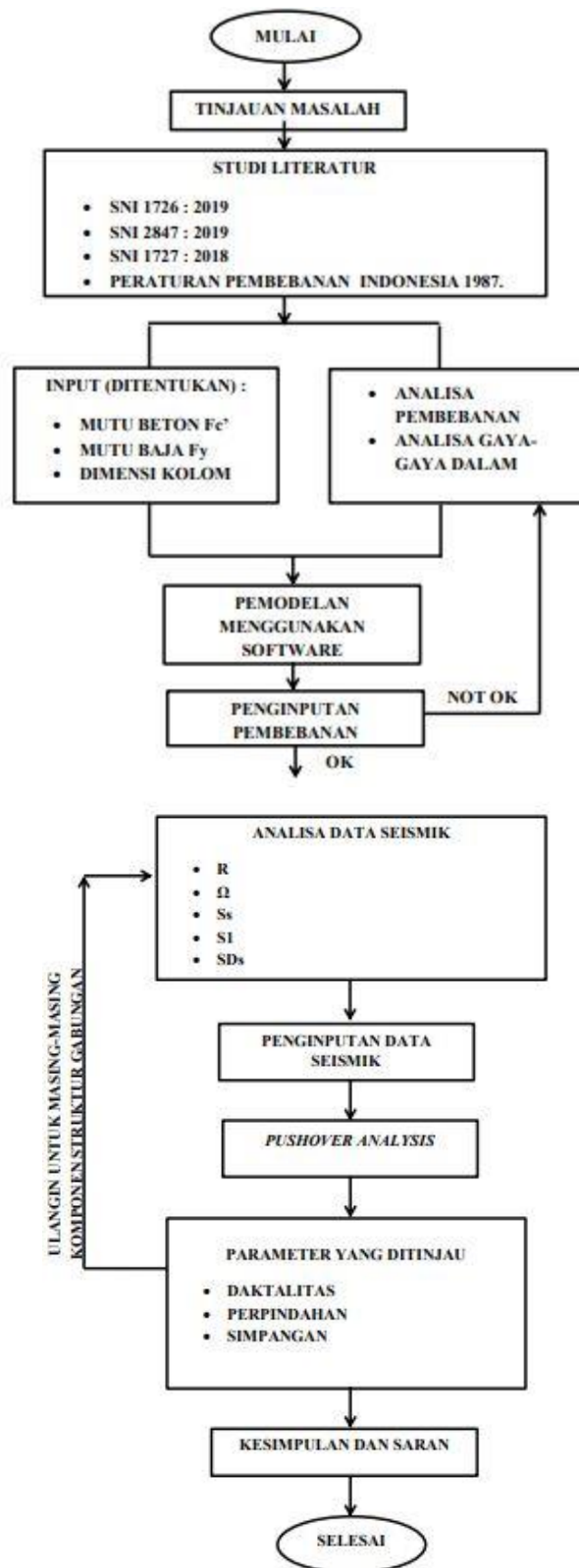
Besarnya nilai  $R$  dan  $\Omega_o$  yang sebenarnya dimiliki struktur dapat diketahui dengan melakukan evaluasi terhadap hasil perancangan struktur menggunakan analisis pushover. Apabila nilai  $R$  dan  $\Omega_o$  dari hasil evaluasi relatif dengan estimasi awal maka perancangan struktur relatif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

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Membandingkan nilai faktor modifikasi respon ( $R$ ) dan faktor kuat lebih ( $\Omega_o$ ) terhadap perpindahan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit khusus dengan analisis pushover. Selain itu Membandingkan nilai faktor modifikasi respon ( $R$ ) dan faktor kuat lebih ( $\Omega_o$ ) terhadap simpangan pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit biasa dengan analisis pushover. dan Membandingkan nilai faktor modifikasi respon ( $R$ ) dan faktor kuat lebih ( $\Omega_o$ ) terhadap daktilitas pada struktur dinding geser plat baja dan beton komposit dengan analisis pushover.

Dengan penelitian ini penulis dapat mengetahui efektifitas dari nilai faktor modifikasi ( $R$ ) dan faktor kuat lebih ( $\Omega_o$ ) 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.

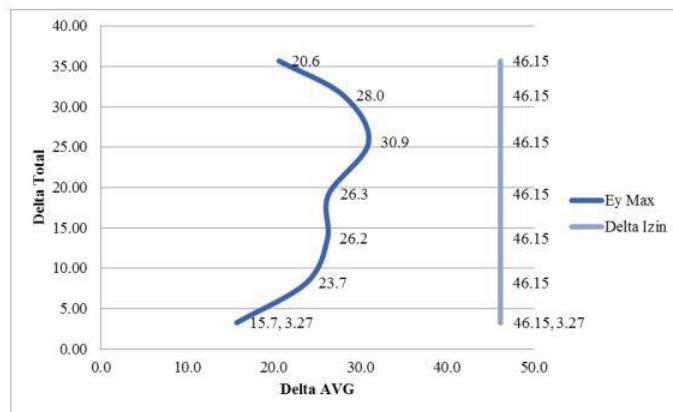
## 2. METODE PENELITIAN

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



Gambar 3.1. Bagan Alir Pengerjaan



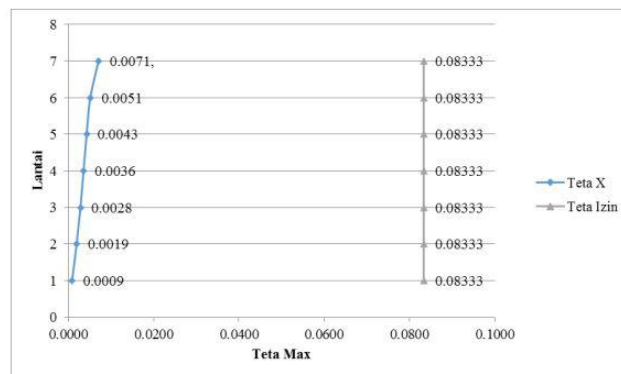


Grafik 4.2. Simpangan antar lantai arah Y dengan R= 7,5

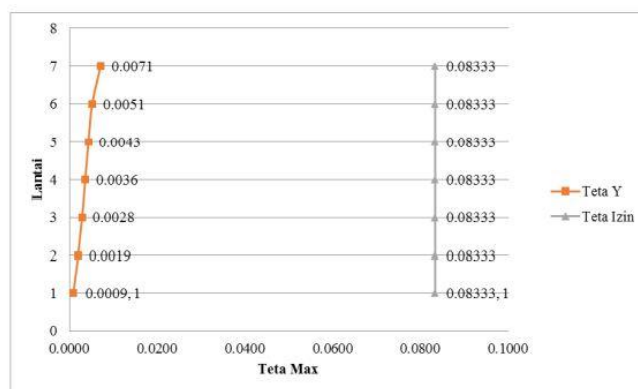
Dari grafik 4.1 dan 4.2 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 30,9 mm.

### 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.

### 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.

### Linier pada struktur dengan $R = 7, \Omega = 2.5, C_d = 6$

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 mm, balok lantai 1-4 = 500 x 300 mm dan balok lantai 5-7 = 400 x 300 mm.

### Scale Factor

Scale factor yang digunakan pada pemodelan struktur yang pertama dengan nilai  $R = 7, \Omega = 2.5, C_d = 6$  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 <sup>2</sup>
	2336.19	2336.19	mm/s <sup>2</sup>

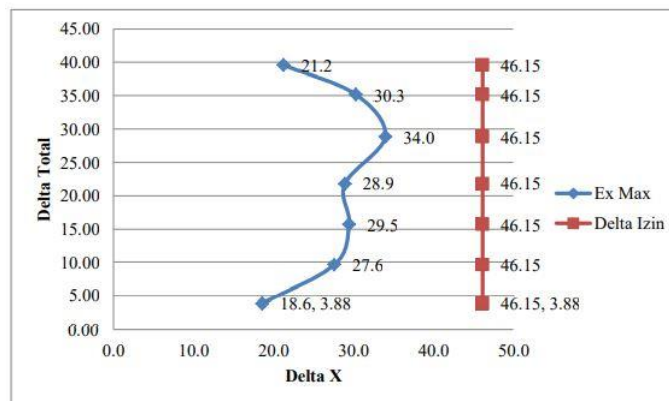
Ada pengecekan scale factor awal  $vi/v$  harus memenuhi  $\geq 1$  maka perlu digunakan scale factor yang baru untuk memenuhi syarat  $vi/v \geq 1$  yang dapat dilihat pada table 4.8

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

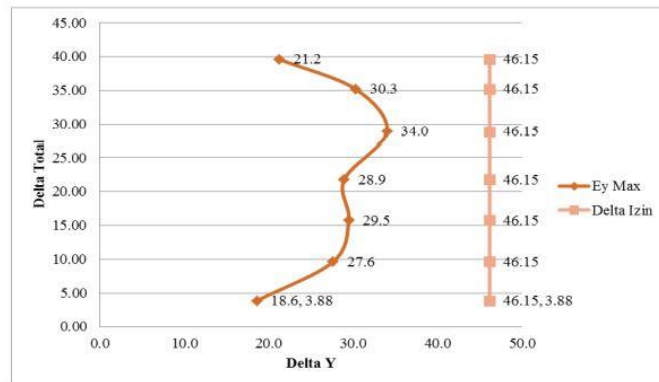
Koreksi	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1200	0.1200	
V	5522.3972	5522.3972	kN
Vi	5523.0133	5523.0133	kN
Vi/V	1	1	
	OK	OK	

### 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

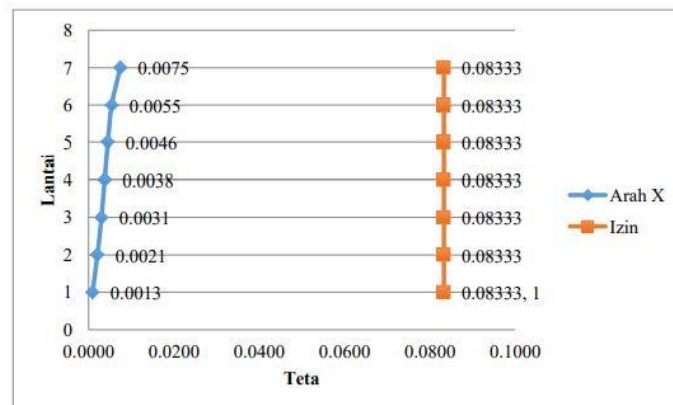


Grafik 4.5. Simpangan antar lantai arah Y dengan R= 7

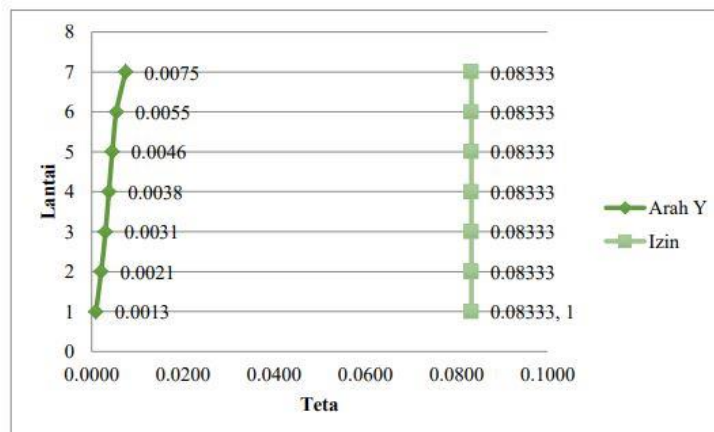
Dari grafik 4.5 dan 4.6 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 34 mm lebih besar di bandingkan pemodelan pertama.

### 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.

### 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.

**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.

**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 <sup>2</sup>
	2682.65	2682.65	mm/s <sup>2</sup>

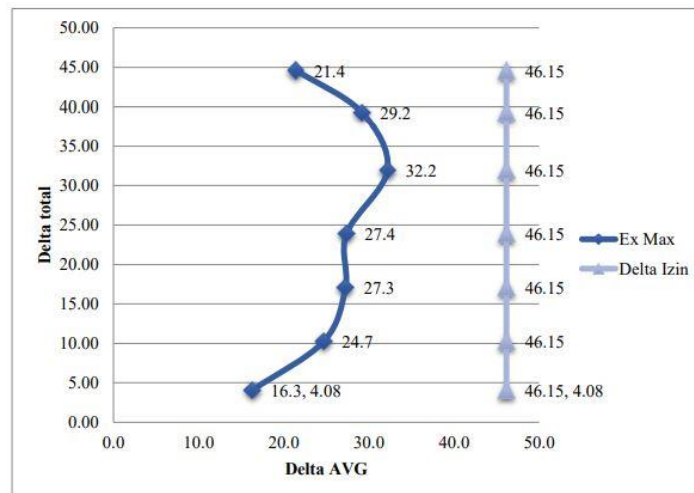
Pada pengecekan scale factor awal  $vi/v$  harus memenuhi  $\geq 1$  maka perlu digunakan scale factor yang baru untuk memenuhi syarat  $vi/v \geq 1$  yang dapat dilihat pada table 4.14

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

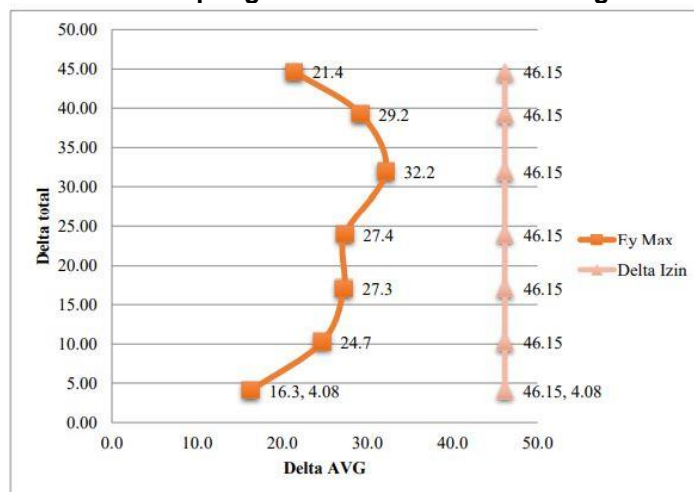
Baru	X	Y	
W (kN)	46006.6109	46006.6109	kN
Cs	0.1400	0.1400	
V	6442.7967	6442.7967	kN
Vi	6443.4927	6443.4929	kN
Vi/V	1.00	1	
	OK	OK	

**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

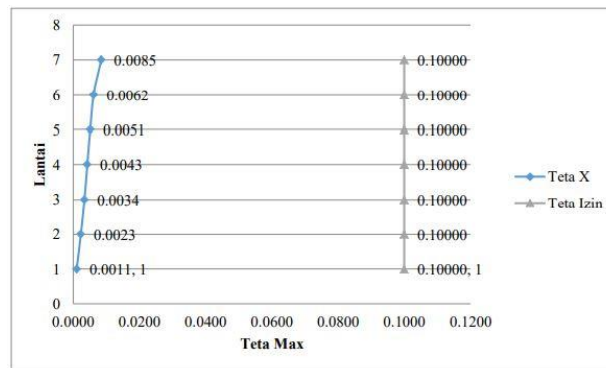


Grafik 4.10. Simpangan antar lantai arah Y dengan R = 6

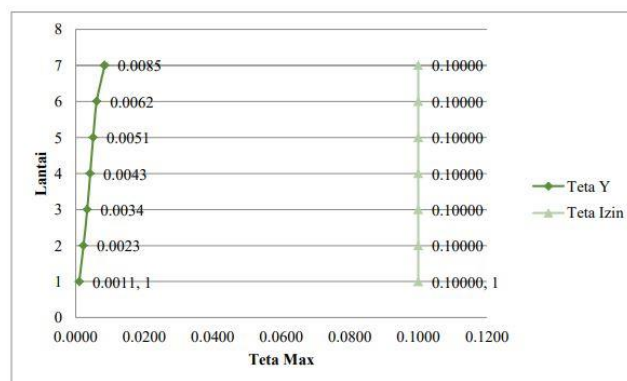
Dari grafik 4.9 dan 4.10 di ketahui bahwa untuk simpangan tertinggi pada arah X dan arah Y terjadi pada lantai 5 sebesar 39.6 mm lebih besar di bandingkan pemodelan pertama.

#### 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. **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

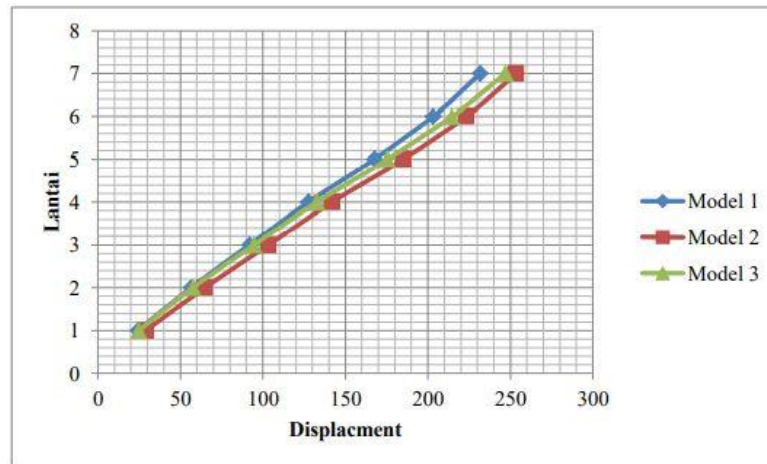
Load Case	FX	FY
	kN	kN
EQX 1	6443.4927	45.597
EQY 1	45.5969	6443.4929
Vrx	6443.4927	
Vry	6443.4929	
Vswx	4012.07	
Vswy	4012.07	
Persentase X	62,265	OK
Persentase Y	62,265	OK

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.

### Analisa Pushover

#### Perbandingan simpangan antar lantai

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.

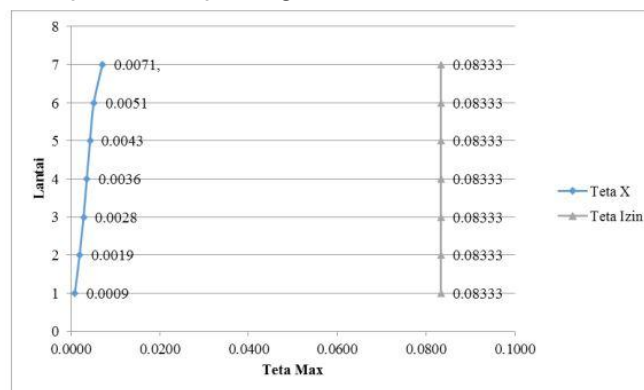


**Grafik 4.13. Perbandingan simpangan antar lantai arah X.**

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.

**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. KESIMPULAN**

Pada penelitian ini kesimpulan yang dapat di tarik setelah dilakukan 3 pemodelan dinding geser plat baja dengan beton komposit yang memiliki nilai  $R, \Omega$  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 ter jadi 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.

#### REFERENSI

- 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
- Faisal, A. (2020). Evaluasi jarak aman antara struktur SRPM tinggi dengan struktur SRPM disebelahnya terhadap gempa. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- 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).
- Harahap, M., Siregar, G., & Riza, F. V. (2021). Mapping The Potential Of Village Agricultural Social Economic Improvement Efforts In Lubuk Kertang Village Kecamatan Berandan Barat Kabupaten Langkat. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 4(1), 8-14.
- 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.
- Rashidi, A., Majid, T. A., Fadzli, M. N., Faisal, A., & Noor, S. M. (2017, October). A Comprehensive Study on the Influence of Strength and Stiffness eccentricities to the On-plan Rotation of Asymmetric Structure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1892, No. 1, p. 120013). AIP Publishing LLC.

- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Riza, F. V., Rahman, I. A., & Zaidi, A. M. A. (2011). Preliminary study of compressed stabilized earth brick (CSEB). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9), 6-12.
- Zulkarnain, F. (2021). [BUKU] Pemandangan Tanah Mekanis dan Peralatan Konstruksi. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2018, March). Development of k-300 concrete mix for earthquake-resistant Housing infrastructure in indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 970, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Zulkarnain, F., & Ramli, M. (2008). Durability performance of lightweight aggregate concrete for housing construction. *Proceedings from ICBEDC*, 8, 541-551.