

Studi Perbandingan Kinerja Struktur Rangka *Bresing Konsentrik Khusus* dan Struktur *Base Isolation* Dengan Analisis *Pushover*

Wisnu Edi Suprayitno^{1*}, Bantot Sutriyono², Retno Trimurtiningrum³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Koresponden email: wisnueds@surel.untag-sby.ac.id

Diterima: 07-11-2025

Disetujui: 27-11-2025

Abstract

Earthquakes are phenomena that have the potential to cause damage to building infrastructure, especially high-rise buildings. This condition is an important aspect in the planning of earthquake-resistant buildings, especially related to the use of building structural systems. The purpose of this study was to analyze the response and seismic performance between special concentric braced frame structures and base isolation structures in multi-storey buildings with height variations of 4 floors, 8 floors and 12 floors. Comparative analysis was conducted using ETABS V software.21 with reference to the provisions of the design of earthquake-resistant steel structures. The results of the analysis showed that the deviation between floors and P-Delta effect of base isolation structure is smaller than that of special concentric braced frame structure. From the analysis of pushover, both structures show the level of Life Safety (LS) performance, which means they are still in a safe condition to withstand earthquake loads without experiencing significant damage.

Keywords: *SRBKK, Base Isolation, Inter-Story Drift, Pushover.*

Abstrak

Gempa bumi adalah fenomena yang berpotensi menyebabkan kerusakan infrastruktur bangunan, khususnya gedung bertingkat tinggi. Kondisi ini menjadi aspek penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa, terutama terkait penggunaan sistem struktur bangunan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis respons serta kinerja seismik antara struktur rangka bresing konsentrik khusus dan struktur base isolation pada bangunan bertingkat dengan variasi ketinggian 4 lantai, 8 lantai dan 12 lantai. Analisis perbandingan dilakukan menggunakan *software* ETABS v.21 dengan mengacu pada ketentuan desain struktur baja tahan gempa. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan antar lantai dan efek P-Delta struktur base isolation lebih kecil dibandingkan struktur rangka bresing konsentrik khusus. Dari hasil analisis pushover, kedua struktur menunjukkan tingkat kinerja *Life Safety (LS)*, yang berarti masih dalam kondisi aman untuk menahan beban gempa tanpa mengalami kerusakan yang signifikan.

Kata Kunci: *SRBKK, Isolasi Dasar, Simpangan Antar Lantai, P-Delta, Pushover.*

1. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui kapan terjadinya. Terjadinya fenomena alam gempa bumi, menimbulkan dampak signifikan terhadap infrastruktur suatu bangunan di dunia, terutama di Indonesia yang hampir seluruh wilayahnya terletak di kawasan *ring of fire* [1]. Tingginya potensi gempa yang terjadi menjadikan suatu hal yang harus dipertimbangkan seorang engineer dalam merencanakan gedung bertingkat [2].

Bangunan gedung bertingkat tinggi memiliki risiko besar terhadap gaya seismik. Peningkatan tinggi bangunan menyebabkan deformasi lateral juga semakin meningkat [3]. Dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi, sangat penting untuk menerapkan prinsip bangunan tahan gempa yaitu bangunan dapat mengalami kerusakan, tetapi keselamatan penghuni harus tetap terjamin. Selain itu, bangunan tahan gempa juga harus dirancang dengan mengutamakan konsep daktilitas agar kerusakan struktural dapat di minimalisir [4].

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak jenis material baru mulai dikembangkan untuk mendukung kebutuhan industri konstruksi. Material baja dengan sifat liatnya, menjadikan salah satu material pilihan dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Dengan kekuatan dan daktilitas yang baik, material baja mampu menyerap energi dalam jumlah besar [5]. Pada perencanaan bangunan baja tahan

gempa, terdapat berbagai sistem konfigurasi struktur yang dapat digunakan, di antaranya yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM), Sistem Rangka Bresing Konsentrik (SRBK) dan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE). SRBK adalah sistem struktur yang elemen-elemen strukturnya berfungsi untuk menahan gaya-gaya aksial. Berbeda dengan SRPM yang fokus dalam menahan momen saja, SRBK dirancang dengan tingkat kekakuan yang lebih tinggi sehingga lebih efektif dalam menahan gaya gempa. Kekakuan ini dihasilkan dari elemen bresing yang berfungsi menahan gaya gempa serta mengurangi deformasi struktur suatu bangunan [6]. Jika dibandingkan dengan Sistem Rangka Bresing Eksentrik, SRBK memiliki beberapa keunggulan, di antaranya adalah proses pemasangan serta perbaikannya yang relatif mudah ketika terjadi kerusakan [7].

Selain itu, untuk mengurangi risiko keruntuhan akibat gempa pada struktur bangunan, telah dikembangkan inovasi sistem perlindungan seismik yaitu sistem *base isolation*. Sistem ini digunakan dengan memasang elemen fleksibel di atas pondasi untuk memisahkan pergerakan struktur dari tanah. Sistem ini berperan dalam meredam gaya gempa yang terjadi dan menjaga agar tetap bekerja sebagai satu kesatuan [8]. Prinsip sistem *base isolation* adalah mengurangi dampak gaya gempa yang terjadi pada suatu bangunan serta meningkatkan periode getar struktur ketika mengalami deformasi [9]. Sistem *base isolation* juga bertujuan untuk membatasi simpangan antar lantai serta meningkatkan kinerja seismik struktur bangunan, sehingga kerusakan pada elemen struktural dan non-struktural yang mungkin terjadi dapat terminimalisir [10].

Dalam mendesain dan merencanakan bangunan tahan gempa, penting untuk mempertimbangkan kinerja struktur dengan pendekatan *Performance Based Seismic Design* (PBSD). Salah satu metode untuk menganalisis kinerja dari suatu bangunan terhadap beban gempa yaitu metode pushover. Dalam analisis ini, dilakukan peningkatan secara bertahap pada beban lateral sampai struktur leleh, sehingga diperoleh *performance point* dan tingkat kinerja bangunan [11].

Penelitian ini dilakukan untuk meninjau dan membandingkan respons seismik serta level kinerja antara Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dikombinasikan dengan *base isolation* tipe HDRB pada variasi ketinggian bangunan 4 lantai, 8 lantai, dan 12 lantai dalam menghadapi gaya gempa.

1.1 Struktur Rangka Bresing Konsentrik

Sistem struktur ini memanfaatkan kombinasi balok, kolom serta bresing untuk meningkatkan kekakuan yang tinggi pada struktur bangunan. Berdasarkan tingkat risiko gempanya, SRBK dibedakan menjadi dua jenis, yakni SRBKB untuk daerah berisiko gempa rendah dan SRBKK untuk wilayah dengan risiko gempa tinggi [12].

1.2 *Base Isolation*

Sistem ini menggabungkan empat fungsi utama dalam satu unit sistem isolasi, yaitu menahan beban vertikal, memungkinkan pergerakan lateral, penyedia gaya pemulihan dan penyerapan energi. Sistem *base isolation* bekerja dengan memisahkan bangunan dari pergerakan tanah melalui elemen isolasi berkekakuan rendah yang diletakkan antara pondasi dan struktur atas bangunan. Dengan penerapan sistem ini, frekuensi getaran alami bangunan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan struktur konvensional [13].

1.3 Analisis Pushover

Analisis pushover merupakan metode desain berbasis kinerja yang bertujuan untuk mengevaluasi respons struktur suatu bangunan terhadap kondisi keruntuhan. Metode ini dilakukan dengan memberikan beban lateral secara berangsur-angsur hingga tercapai perpindahan yang direncanakan atau hingga struktur mendekati keruntuhan yang ditandai dengan munculnya sendi plastis pada balok dan kolom [14]. Sesuai FEMA 356, tingkat kinerja bangunan terbagi ke dalam beberapa kategori sebagai berikut [15] :

a. Operational

Ketika terjadi gempa bangunan tetap utuh tanpa adanya kerusakan elemen struktural dan non-struktural.

b. *Immediate Occupancy* (IO)

Bangunan tidak mengalami pergeseran permanen dan masih mempertahankan kekuatan dan kekakuannya saat terjadi gempa.

c. *Life Safety* (LS)

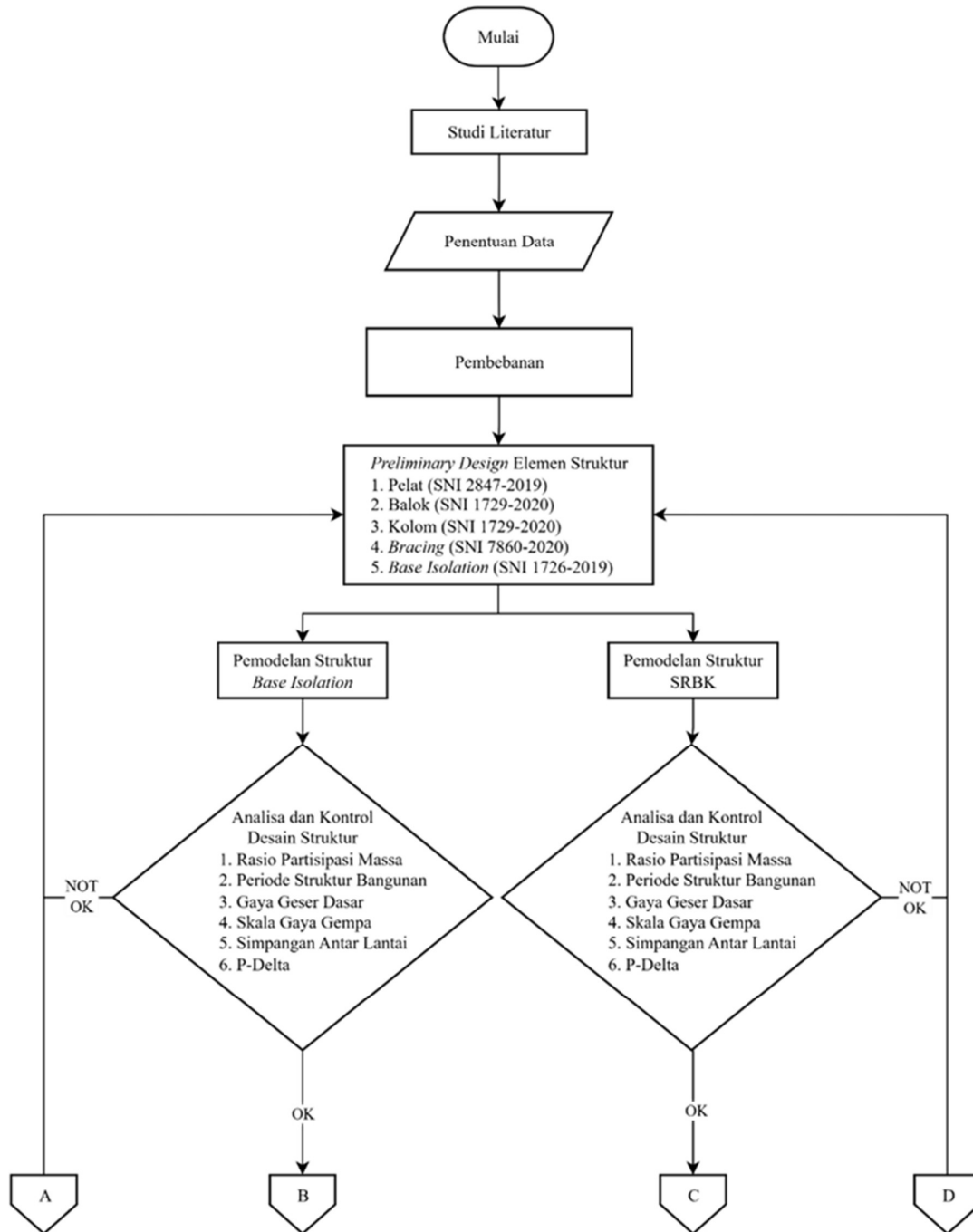
Bangunan mengalami kerusakan pada elemen struktur menyebabkan penurunan kekuatan dan kekakuannya, namun struktur masih mampu menahan beban hingga batas tertentu sebelum terjadi keruntuhan.

d. *Collapse Prevention (CP)*

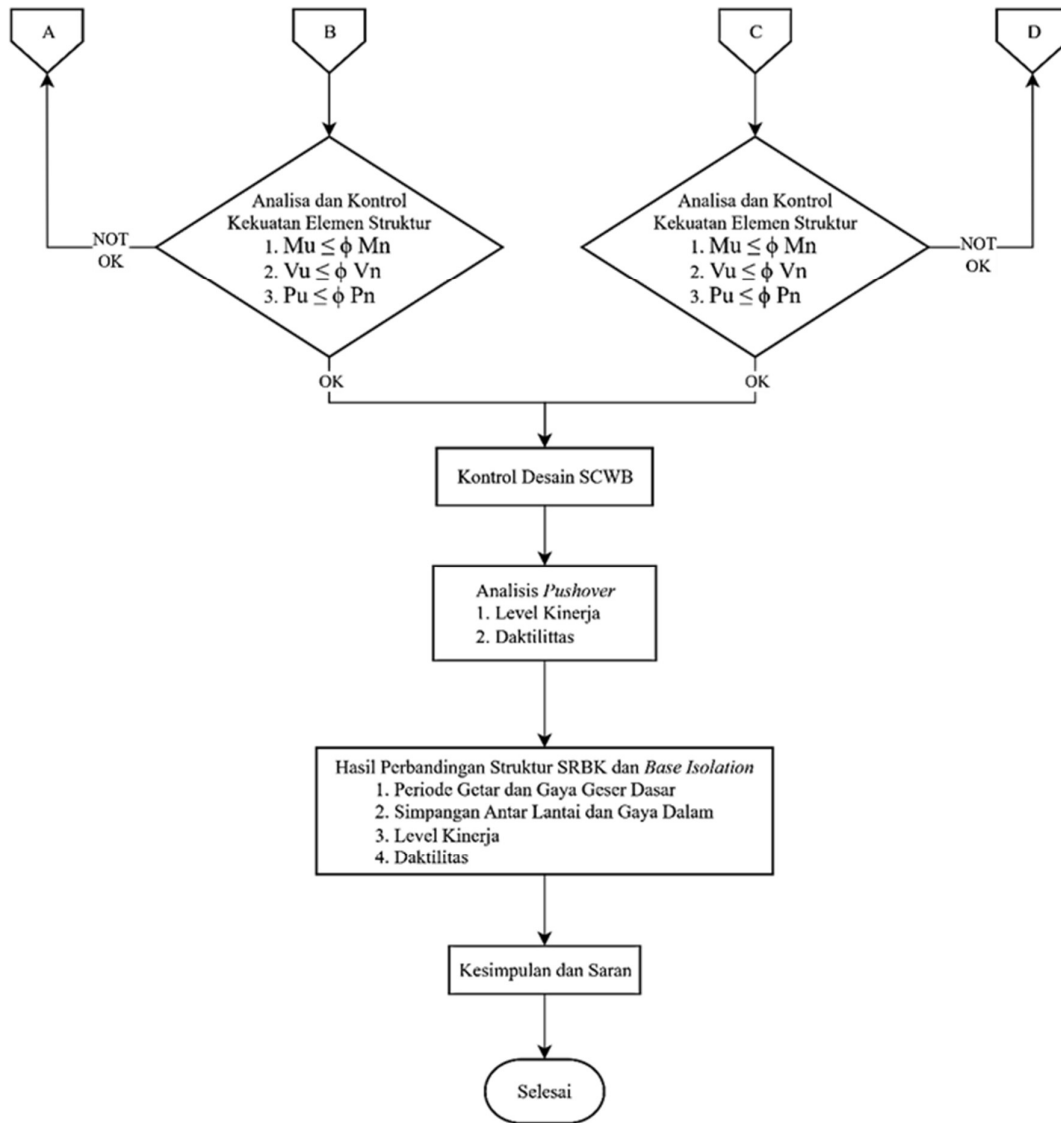
Bangunan mengalami kegagalan total pada elemen struktural maupun non struktural.

2. **Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan perbandingan SRBKK dan Struktur *Base Isolation* pada variasi ketinggian bangunan 4 lantai, 8 lantai dan 12 lantai. Penentuan beban bangunan mengacu pada SNI 1727-2020 [16]. Pemodelan dan pendefinisian semua jenis beban pada setiap sistem struktur menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS v.21. *Output* dari pemodelan tersebut, selanjutnya di analisis dan dilakukan perbandingan pada setiap sistem struktur pada semua variasi ketinggian lantai bangunan. Berikut merupakan diagram alir yang menjelaskan tahapan dalam melakukan penelitian ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

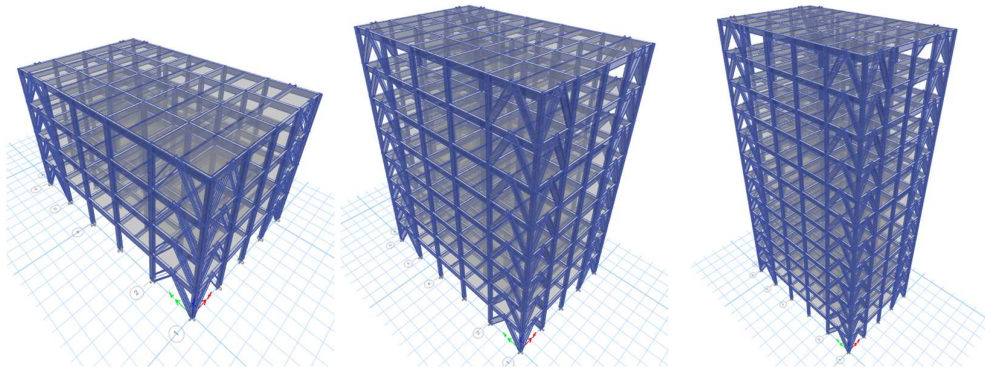
2.1 Data Umum Bangunan

Data bangunan penelitian ini tercantum pada tabel 1 dibawah ini.

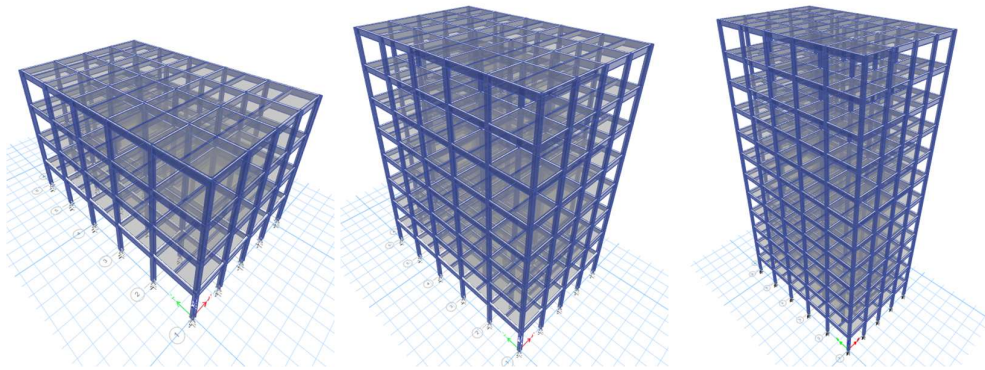
Tabel 1. Data Bangunan

Kriteria	Deskripsi
Fungsi Bangunan	Hotel
Lokasi	Kota Surabaya
Jumlah Lantai	4, 8,12
Tinggi Antar Lantai	4 m
Panjang Bangunan	35 m
Lebar Bangunan	20 m
Mutu Baja	BJ 41
Mutu Beton	25 Mpa
Sistem Struktur	SRPMK SRBKK

2.2 Pemodelan Struktur



Gambar 2. SRBKK Variasi 4, 8 dan 12 Lantai



Gambar 3. Struktur *Base Isolation* Variasi 4, 8 dan 12 Lantai

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Preliminary Design

Preliminary design elemen struktur mengacu pada SNI 1729-2020, sehingga diperoleh profil baja pada setiap variasi bangunan yang tercantum pada tabel 2 sampai 5 [17].

Tabel 2. Profil Elemen Struktur Variasi Bangunan 4 Lantai

Type Elemen Struktur	Profil Elemen Struktur	Penempatan
Balok Anak	WF 250.125.6.9	
Balok Induk	WF 400.200.8.13	1-4
Kolom	KC 450.200.9.14	

Tabel 3. Profil Elemen Struktur Variasi Bangunan 8 Lantai

Type Elemen Struktur	Profil Elemen Struktur	Lantai
Balok Anak	WF 250.125.6.9	1-8
Balok Induk	WF 450.200.9.14	1-4
	WF 400.200.8.13	5-8
Kolom	KC 588.300.12.20	1-4
	KC 450.200.9.14	5-8

Tabel 4. Profil Elemen Struktur Variasi Bangunan 12 Lantai

Type Elemen Struktur	Profil Elemen Struktur	Lantai
Balok Anak	WF 250.125.6.9	1-4
	WF 450.200.9.14	1-4
Balok Induk	WF 400.200.8.13	5-8
	WF 350.175.7.11	9-12
	K 700.300.13.24	1-4
Kolom	K 600.200.11.17	5-8
	K 450.200.9.14	9-12

Tabel 5. Profil Elemen Bresing

Variasi Bangunan	Profil Elemen Struktur	Lantai
4 Lantai	WF 194.150.6.9	1-4
8 Lantai	WF 300.150.6,5.9	1-4
	WF 194.150.6.9	5-8
12 Lantai	WF 350.175.7.11	1-4
	WF 300.150.6,5.9	5-8
	WF 194.150.6.9	9-12

Tabel 6. Tipe Base Isolation

Variasi Bangunan	Tipe HDRB	Penempatan
4 Lantai	HH 065X4S	Semua Joint
8 Lantai	HH 075X4S	Joint Interior
	HH 070X4S	Joint Eksterior
12 Lantai	HH 080X4S	Semua Joint

Profil baja pada elemen balok, kolom dan bresing yang digunakan mengacu pada katalog PT. Gunung Garuda. Tipe *base isolation* yang digunakan mengacu pada katalog Bridgestone. Pada bangunan variasi 8 lantai digunakan dua jenis tipe berbeda pada *joint eksterior* dan *joint interior* karena nilai distribusi gaya aksial pada kedua *joint* tersebut berbeda jauh. Namun pada variasi bangunan 4 dan 12 lantai distribusi gaya aksial pada *joint eksterior* dan *interior* distribusi gaya aksial yang terjadi tidak terlalu jauh sehingga digunakan tipe yang sama di semua *joint* struktur.

3.2 Kontrol Desain Simpangan Antar Tingkat

a. Struktur Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK)

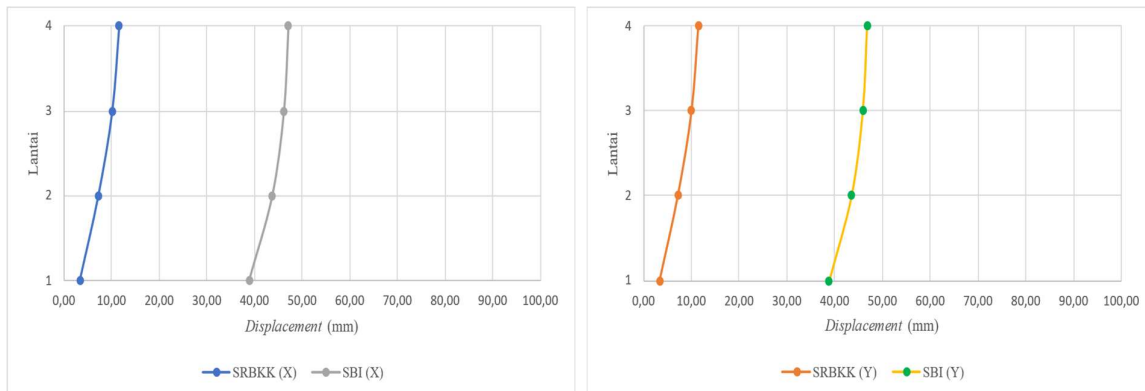
Sesuai SNI 1726-2019 Pasal 7.12.1, struktur dengan kategori risiko II, simpangan antar lantai dibatasi sebesar 0,020hsx. Selain itu berdasarkan SNI 1726-2019 7.12.1.1, untuk sistem struktur KDS D sampai F, simpangan antar lantai harus lebih kecil dari nilai Δa / ρ, dengan nilai ρ diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.3.4.2 yaitu 1,3 [18].

$$\Delta a = \frac{0,020hsx}{\rho} = 61,538 \text{ mm}$$

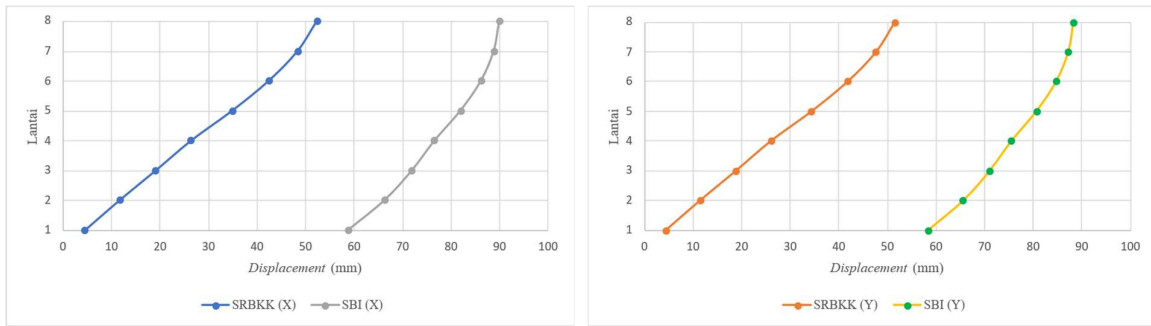
b. Struktur Base Isolation (SBI)

Sesuai SNI 1726-2019 Pasal 12.6.4.4, struktur dengan isolasi dasar, simpangan antar lantai dibatasi sebesar 0,015hsx dengan nilai faktor Cd sama dengan nilai Ri. Selain itu berdasarkan SNI 1726-2019 7.12.1.1, sistem struktur dengan KDS D sampai F, simpangan antar lantai harus lebih kecil dari nilai Δa / ρ, dimana nilai ρ untuk sistem isolasi dasar diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 12.2.3 yaitu 1 [18].

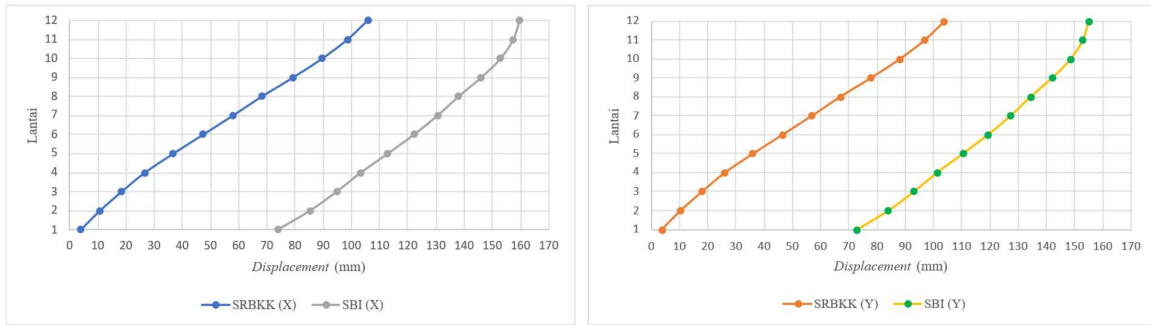
$$\Delta a = \frac{0,020hsx}{\rho} = 60 \text{ mm}$$



Gambar 4. Grafik Perbandingan Displacement Variasi 4 Lantai

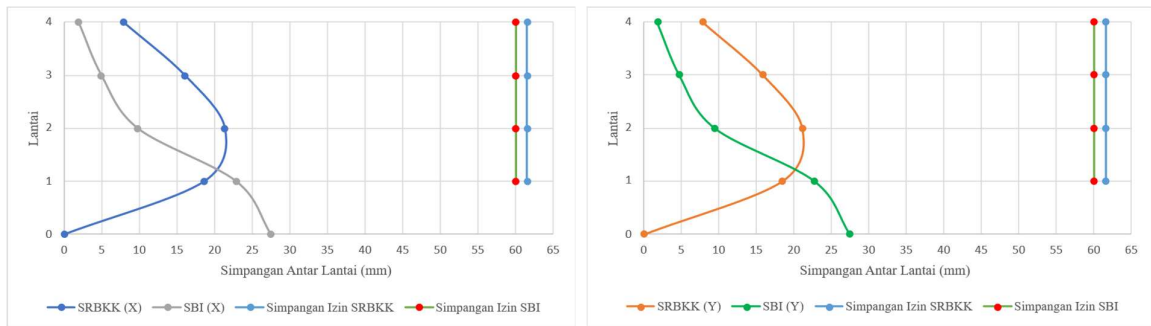


Gambar 5. Grafik Perbandingan Displacement Variasi 8 Lantai

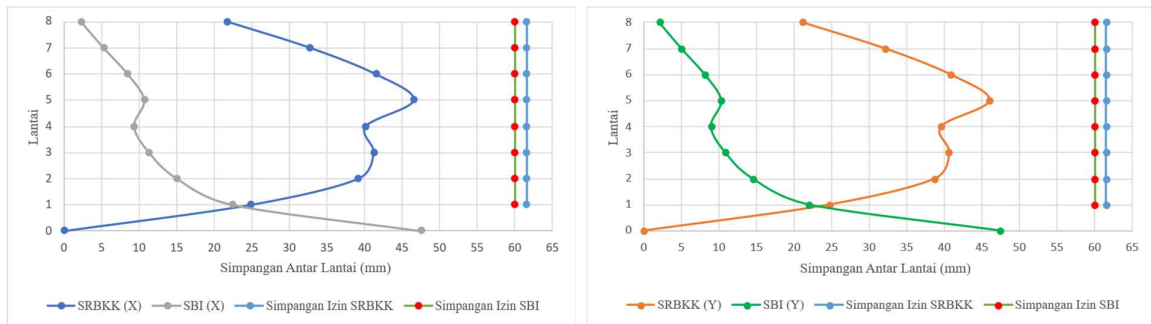


Gambar 6. Grafik Perbandingan Displacement Variasi 12 Lantai

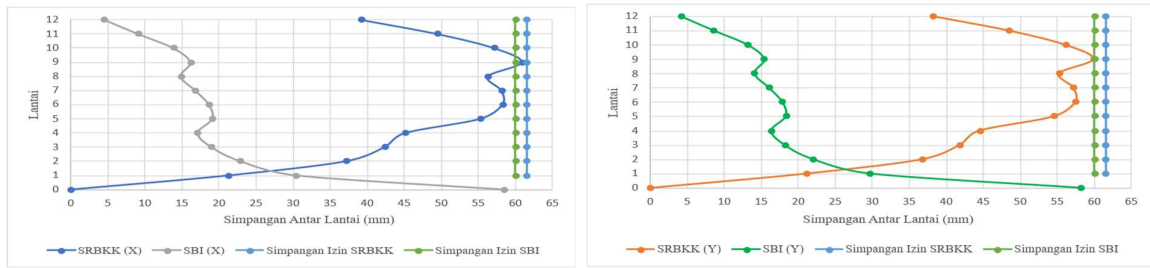
Berdasarkan grafik *displacement* yang telah disajikan, didapatkan bahwa struktur rangka bresing konsentrik khusus mengalami *displacement* relatif kecil dari struktur *base isolation*. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja struktur rangka bresing konsentrik khusus yang dirancang dengan kekakuan tinggi sehingga *displacement* yang terjadi menjadi lebih kecil. Sebaliknya, pada struktur *base isolation*, *displacement* yang terjadi relatif besar karena sistem isolator yang dirancang memiliki fleksibilitas secara horizontal dengan kekakuan relatif rendah sehingga menyebabkan terjadinya *displacement displacement* yang lebih besar.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai Bangunan 4 Lantai



Gambar 8. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai Bangunan 8 Lantai

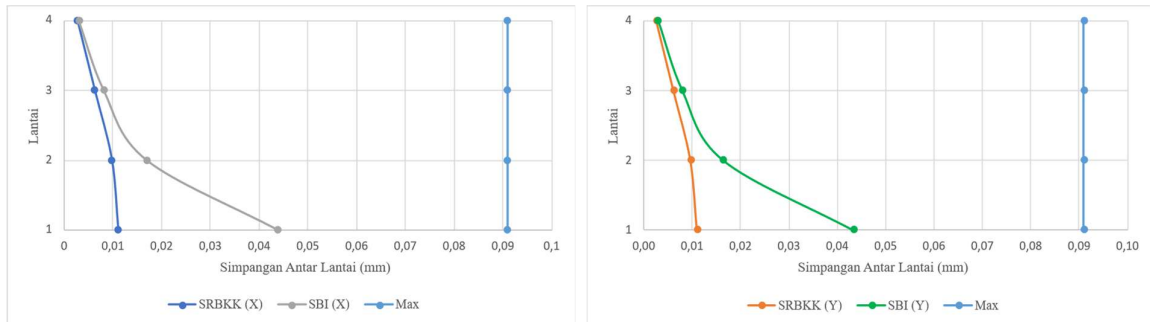


Gambar 9. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai Bangunan 12 Lantai

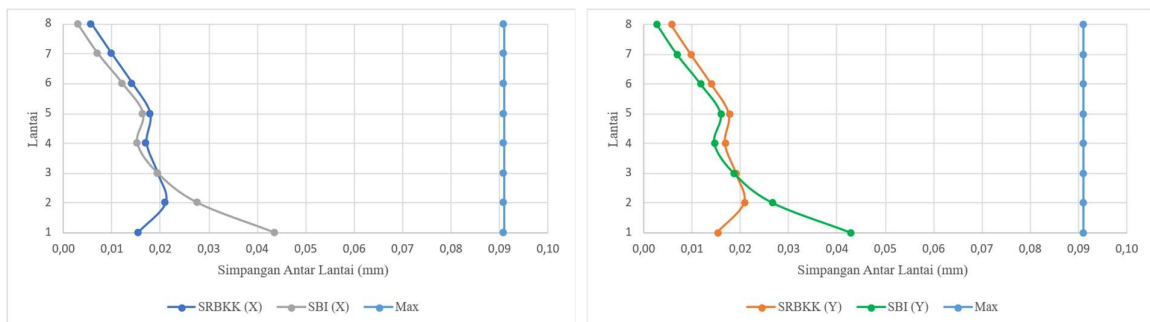
Berdasarkan grafik simpangan antar lantai yang telah disajikan, struktur *base isolation* menunjukkan simpangan antar lantai lebih rendah dari struktur rangka bresing konsentrik khusus. Hal ini diakibatkan karena elemen *base isolation* yang dirancang dengan material peredam getaran, sehingga getaran gempa tidak langsung diteruskan ke struktur atas [19].

3.3 Kontrol P-Delta

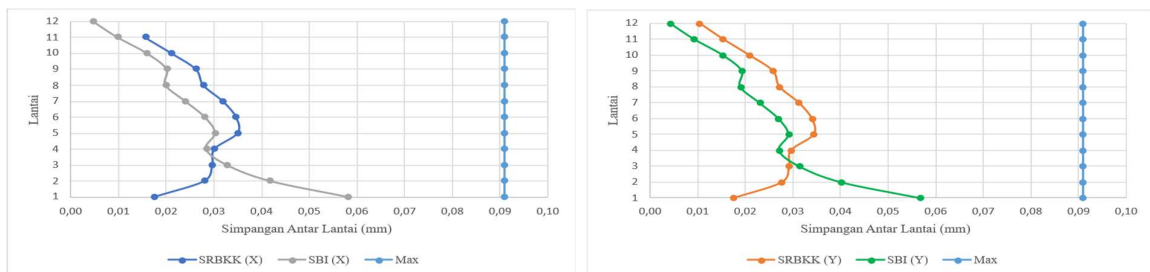
Sesuai SNI 1726-2019 Pasal 7.8.7, efek P-Delta tidak perlu dihitung apabila koefisien stabilitasnya (θ) $\leq 0,1$. Hasil analisis menunjukkan nilai koefisien stabilitas maksimum (θ_{max}) pada kedua sistem struktur didapatkan sebesar 0,091 [18]. Berikut rekapitulasi efek P-Delta pada kedua sistem struktur di setiap variasi ketinggian lantai.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Kontrol P-Delta Bangunan 4 Lantai



Gambar 11. Grafik Perbandingan Kontrol P-Delta Bangunan 8 Lantai



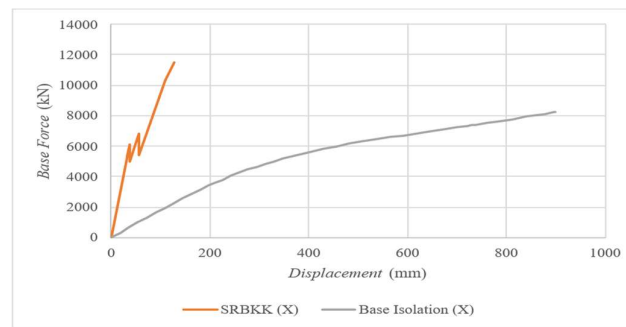
Gambar 12. Grafik Perbandingan Kontrol P-Delta Bangunan 12 Lantai

Berdasarkan grafik yang telah disajikan, didapatkan kontrol pengaruh P-Delta struktur rangka bresing konsentrik khusus dan struktur *base isolation* telah memenuhi persyaratan sesuai SNI 1726-2019. Selain itu, struktur *base isolation* menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam pengendalian efek P-Delta dari struktur rangka bresing konsentrik khusus. Pengendalian efek P-Delta yang lebih baik pada struktur *base isolation* disebabkan karena adanya elemen *base isolation* yang berfungsi meredam gaya gempa di dasar bangunan sehingga distribusi gaya ke struktur atas menjadi lebih kecil [20]. Meskipun pada lantai dasar mengalami kenaikan, efek tersebut tidak berlanjut ke lantai di atasnya. Hal ini ditunjukkan dari nilai koefisien stabilitas yang relatif lebih kecil, meskipun pada lantai dasar pada lantai 1 sampai 3 nilai koefisien stabilitas struktur lebih besar, namun peningkatan tersebut tidak berlanjut ke tingkat di atasnya. Dari hasil tabel dan grafik yang telah disajikan juga didapatkan bahwa semakin tinggi struktur bangunan pada struktur *base isolation*, pengendalian efek P-Delta menjadi semakin baik.

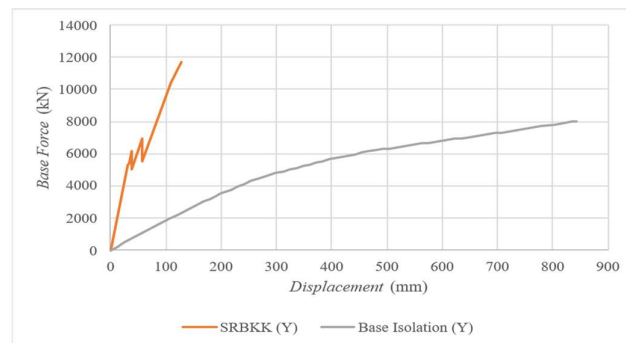
3.4 Analisis Puhover

a. Kurva Kapasitas

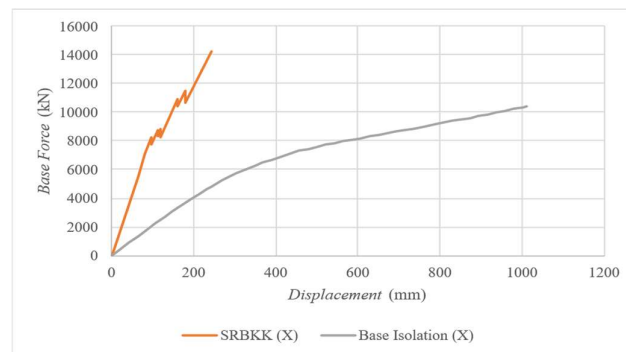
Kurva kapasitas merupakan kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dan perpindahan atap suatu bangunan yang berfungsi untuk mengevaluasi kinerja seismik bangunan, perilaku nonlinier, tingkat daktilitas serta tingkat kinerja dari struktur bangunan. Berikut hasil kurva kapasitas pada kedua struktur bangunan di setiap variasi ketinggian lantai.



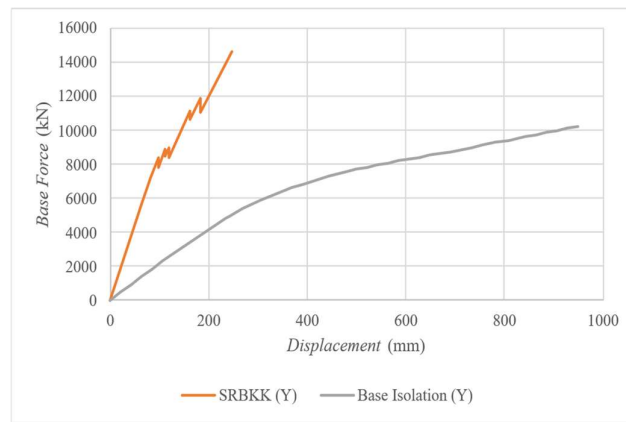
Gambar 13. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X Variasi 4 Lantai



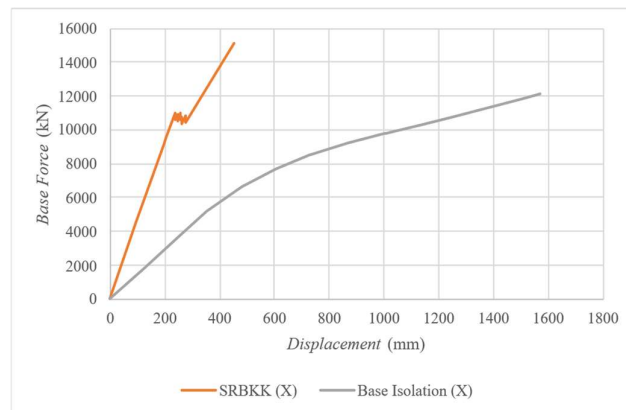
Gambar 14. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah Y Variasi 4 Lantai



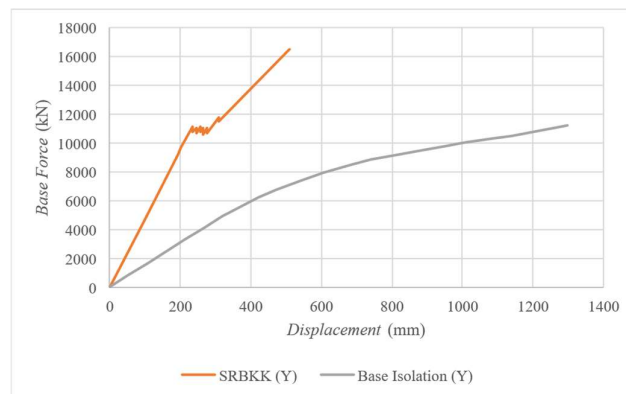
Gambar 15. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X Variasi 8 Lantai



Gambar 16. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah Y Variasi 8 Lantai



Gambar 17. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X Variasi 12 Lantai



Gambar 18. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah Y Variasi 12 Lantai

Berdasarkan grafik yang telah disajikan, didapatkan bahwa struktur rangka bresing konsentrik khusus menghasilkan gaya geser dasar yang lebih besar, namun perpindahan lateral (*displacement*) yang terjadi relatif rendah. Hal ini dikarenakan SRBKK merupakan struktur yang dirancang sebagai sistem struktur dengan kekakuan tinggi sehingga gaya geser dasar menjadi relatif tinggi [6]. Sebaliknya, gaya geser dasar struktur *base isolation* menunjukkan nilai lebih kecil namun perpindahan yang terjadi cenderung tinggi. Kondisi ini disebabkan oleh elemen *base isolation* yang dirancang dengan kekakuan relatif rendah sehingga terdapat hubungan bahwa struktur yang memiliki kekakuan yang rendah, nilai nilai gaya geser dasar juga semakin rendah [21]. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem SRBKK lebih resisten terhadap perpindahan tetapi menerima gaya gempa lebih besar, sedangkan sistem *base Isolation* mampu mengurangi gaya gempa secara signifikan dengan mengizinkan deformasi horizontal lebih besar pada isolator, sehingga energi gempa lebih banyak diserap di dasar bangunan dan kerusakan struktur atas dapat diminimalkan.

b. Analisis Level Kinerja

Analisis level kinerja yang telah dilakukan dengan *software* ETABS v.21, diperoleh nilai *drift ratio* untuk menentukan level kinerja dari setiap sistem struktur bangunan yang tercantum pada tabel 11.

Tabel 7. Perbandingan Level Kinerja Arah X

Sistem Struktur	Te	Sa	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	δT (m)	H Total (m)	Drift Ratio (%)	Level Kinerja
SRBKK 4	0,53	1,06	1,23	1	1	1	0,11	16	0,69	LS
BI 4	1,82	0,30	1,12	1	1	1	0,28	16	1,79	LS
SRBKK 8	1,00	0,56	1,25	1	1	1	0,17	32	0,55	LS
BI 8	2,373	0,23	1,18	1	1	1	0,39	32	1,23	LS
SRBKK 12	1,58	0,35	1,34	1	1	1	0,29	48	0,62	LS
BI 12	3,27	0,17	1,24	1	1	1	0,57	48	1,17	LS

Tabel 8. Perbandingan Level Kinerja Arah Y

Sistem Struktur	Te	Sa	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	δT (m)	H Total (m)	Drift Ratio (%)	Level Kinerja
SRBKK 4	0,52	1,06	1,23	1	1	1	0,11	16	0,69	LS
BI 4	1,80	0,31	1,11	1	1	1	0,28	16	1,77	LS
SRBKK 8	0,99	0,56	1,34	1	1	1	0,19	32	0,61	LS
BI 8	2,32	0,24	1,17	1	1	1	0,38	32	1,20	LS
SRBKK 12	1,58	0,35	1,36	1	1	1	0,30	48	0,63	LS
BI 12	3,27	0,17	1,24	1	1	1	0,56	48	1,17	LS

Hasil pushover yang disajikan pada tabel diatas, didapatkan bahwa SRBKK dan struktur *base isolation* pada setiap variasi ketinggian lantai masuk pada kategori *Life Safety* (LS). Kondisi ini menunjukkan bangunan masih dalam kondisi aman, meskipun terjadi sedikit kerusakan .

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, disimpulkan bahwa struktur *base isolation* lebih efektif dalam menahan simpangan serta mengurangi efek P-Delta dibandingkan struktur rangka bresing konsentrik. Hal ini terlihat dari grafik kontrol simpangan antar lantai dan P-Delta yang menunjukkan bahwa semakin tinggi struktur bangunan maka nilai deformasi antar tingkat dan koefisien stabilitasnya cenderung semakin kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa struktur *base isolation* memiliki perilaku yang lebih baik dalam menghadapi gaya gempa. Sementara hasil dari analisis pushover, struktur rangka bresing konsentrik dan struktur *base isolation* memiliki kategori kinerja *Life Safety* (LS) yang berarti bangunan tersebut masih aman dalam menahan gaya gempa yang terjadi tanpa mengalami dampak yang signifikan.

5. Referensi

- [1] Y. P. A. Rumbyarso and L. Darmiyanti, "Analisis Kinerja Struktur Gedung Rusun TNI AU Halim Perdanakusuma Dengan Menggunakan Metode Pushover Analysis," *J. Sipilkrisna*, vol. 9, no. 2, pp. 26–35, 2023.
- [2] D. S. Trisya and U. Khatulistiani, "Perencanaan Struktur Baja Gedung Hotel Ellysa 10 Lantai Di Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (Srbe) Konfigurasi Split-K," *Axial J. Rekayasa Dan Manaj. Konstr.*, vol. 10, no. 3, p. 119, 2022, doi: 10.30742/axial.v10i3.2631.
- [3] A. Andi, B. Mahendra, and M. Ridwan, "Perencanaan Konstruksi Bangunan Gedung Enam Lantai," *Akselerasi J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 66–73, 2023.
- [4] S. N. Sitorus, H. Sugihardjo, and B. Habieb, "Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Palang Merah Indonesia Kabupaten Sukabumi Menggunakan Sistem Base Isolation Tipe High Damping Rubber Bearing," *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 2, pp. 75–81, 2023.
- [5] A. A. S. Ghulam and B. Sutriyono, "Alternatif Desain Struktur Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan Menggunakan Dual System EBF Tahan Gempa," *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 767–774, 2023, [Online]. Available: www.scielo.org.mx

- [6] D. Khairinnisa, "Tinjauan Kinerja Berbagai Konfigurasi Bresing Sebagai Sistem Penahan Beban Lateral Pada Bangunan Gedung Struktur Baja Tingkat Tinggi," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 35–43, 2025, [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/112022/>
- [7] N. Rochmah, "Perbandingan Simpangan Gedung Lantai Rendah Dengan Menggunakan 2 Tipe Bresing," *J. EXTRAPOLASI*, vol. 17, no. 2, pp. 35–44, 2020.
- [8] I. A. Fakrunnisa and G. A. Hayu, "Analisis Kinerja High Damping Rubber Bearing dan Lead Rubber Bearing pada Bangunan Beton Bertulang," *J. Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, p. 48, 2022, doi: 10.19184/jrsl.v5i1.23527.
- [9] L. I. Burhan, "Analisa Penggunaan Base Isolation System Tipe HDRB Pada Gedung Rumah Sakit Kabupaten Lombok Barat," *J. Syntax IDEA*, vol. 6, no. 11, 2024.
- [10] A. Tjokrohadi, C. Aditya, C. Dewata, and G. J. Posenti, "Analisis Pengaruh Penggunaan High Damping Rubber Bearing (Hdrb) Terhadap Level Kinerja Struktur Dengan Analisis Non-Linear Time History (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung X)," *G-SMART J. Tek. Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, vol. 7, no. 2, pp. 81–89, 2023.
- [11] I. K. D. K. Tubuh, I. P. A. P. Wirawan, I. M. Nada, and I. W. E. S. Putra, "Analisis Perilaku Struktur Denah Zig-Zag Terhadap Gempa Studi Kasus Hotel Nusa Dua Beach," *J. Ilm. Kurva Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 137–147, 2024.
- [12] M. Wisman and R. Febrina, "Penggunaan Struktur Bresing Pada Perencanaan Bangunan Penahan Beban Gempa," *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 2, 2021.
- [13] Misdid and A. Hamzah, "Time History Analysis Pada Struktur Bangunan Yang Menggunakan Base Isolator," *J. Al Ulum LPPM Univ. Al Washliyah Medan*, vol. 13, no. 1, pp. 82–88, 2025.
- [14] Wahyuni, Munawir, and R. Armianda, "Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya dan Sap 2000 (Studi Kasus : Gedung Cukai TMP C Banda Aceh)," *J. Civ. Eng.*, vol. 11, no. 1, pp. 42–51, 2024, doi: 10.37598/tameh.v11i1.141.
- [15] FEMA 356, *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. 2000.
- [16] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1727:2020 Beban desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020.
- [17] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020.
- [18] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. 2019.
- [19] J. Tio, C. Kandou, and J. Tenda, "Penerapan Base Isolation System Sebagai Alternatif Sistem Struktur Pada Bangunan RSUD Kota Manado Delapan Tingkat," *J. Tek. Sipil Terap.*, vol. 4, no. 1, p. 18, 2022, doi: 10.47600/jtst.v4i1.406.
- [20] D. Permana, B. Sutriyono, and N. Rochmah, "Studi Perbandingan Perilaku Struktur Shear Wall dan Base Isolation Type Lead Rubber Bearing pada Rumah Sakit di Surabaya," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, pp. 2467–2478, 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.46008.
- [21] N. N. Kencanawati, L. Aprianingsih, H. Hariyadi, N. Ngudiyono, F. Mahmud, and D. Widianty, "Perbandingan Respon Seismik Struktur Gedung Sistem Konvensional Dengan Sistem Isolasi Dasar (Studi Kasus: Gedung Tempat Evakuasi Sementara, Bangsal, Kabupaten Lombok Utara)," *Spektrum Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 49–60, 2023, doi: 10.29303/spektrum.v10i1.297.