
**RESPON SEISMIC HIGH RISE BUILDING YANG
MENGHUBUNGKAN JEMBATAN DENGAN DAN TANPA BASE
ISOLATION**

Fakhry Ajie Hidayat
Universitas Trisakti Jakarta
E-mail: fakhryajie.h@gmail.com

Diterima:

17 Februari 2021

Direvisi:

1 Maret 2021

Disetujui:

3 Maret 2021

Abstrak

Wilayah perkotaan saat ini mengalami perkembangan, contohnya bangunan serta gedung tinggi dibangun saling berdekatan. Untuk mempermudah mobilisasi antar gedung diperlukan jembatan penghubung antar bangunan. Sehingga *High Rise Building*, selain dituntut akan kekuatan strukturnya, akan tetapi juga kenyamanan bagi pengguna di dalamnya. Penelitian ini akan mempelajari simpangan antar lantai dari bangunan tunggal dan bangunan ganda *Fixed Base* dan *Base Isolation* pada struktur bangunan. Analisa yang digunakan pembebanan gempa dengan desain respon spektrum di sesuaikan dengan kondisi di Jakarta, *time history* analisis yang digunakan dari sumber rekaman gempa Chi-chi Taiwan. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Etabs versi 17. Ketinggian bangunan yang dikaji 40 lantai dengan total ketinggian 141 m. Letak jembatan pada lantai 25. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan gaya dalam geser dan momen pada bangunan yang menggunakan *base isolation*. Hal tersebut terjadi pada lantai atas yang mengalami penurunan simpangan antar lantai pada bangunan yang menggunakan *base isolation*. Sehingga pengguna di dalamnya akan relatif lebih nyaman apabila terjadi gempa.

Kata Kunci: *Respon seismic; Bangunan tinggi; Jembatan; Isolasi dasar*

Abstract

Urban areas are currently undergoing development, for example buildings and tall buildings are built close to each other. To facilitate mobilization between buildings, a connecting bridge between buildings is required. So High Rise Building, in addition to being required of the strength of its structure, but also convenience for users in it. This study will study the deviation between the floors of a single building and the double building of Fixed Base and Base Isolation on the structure of the building. Analysis used earthquake loading with spectrum response design is adjusted to the conditions in Jakarta, time history analysis used from the source of the chi-chi taiwan earthquake recording. The software used in this study is Etabs version 17. The height of the building studied was 40 floors with a total height of 141 m. The location of the bridge on the 25th floor. The results showed a decrease in force in shearing and moments in buildings that use base isolation. This happened on the upper floor which experienced a decrease in deviation between floors in buildings that use base isolation. So that the

users in it will be relatively more comfortable in the event of an earthquake.

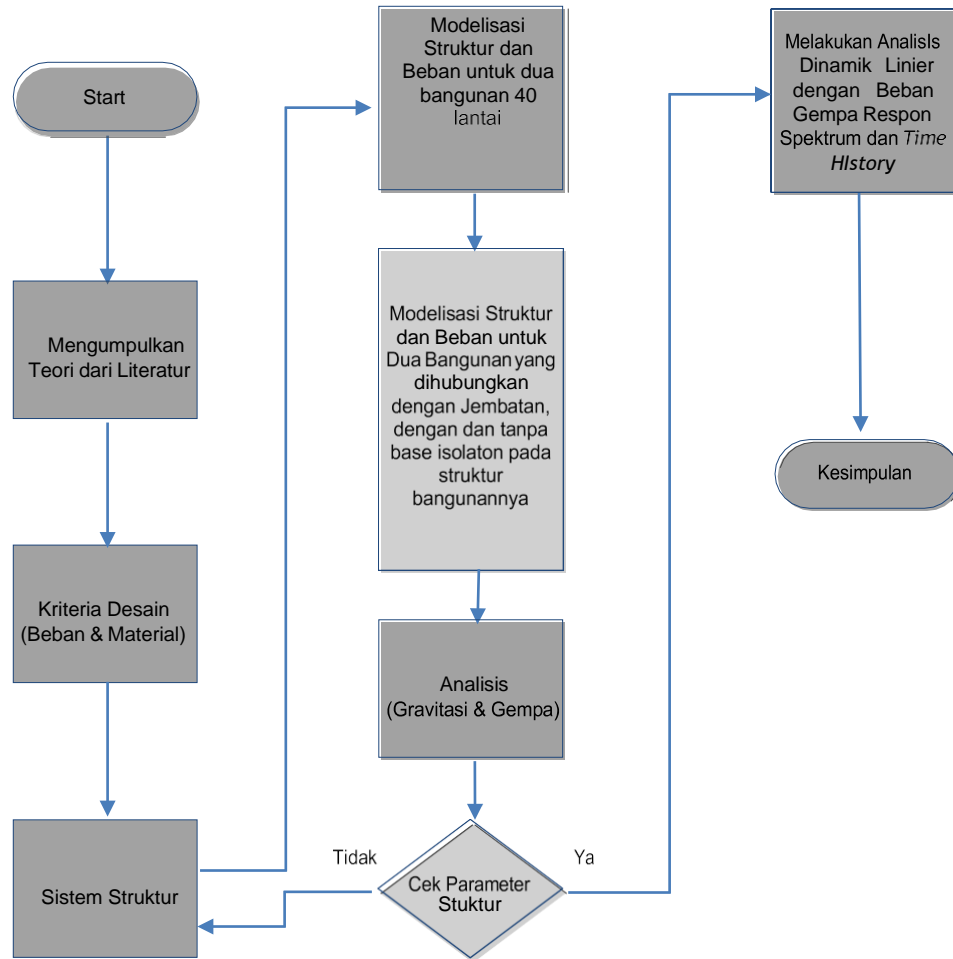
Keywords: *Seismic response; High Rise Building; Bridge; Base isolation*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia terletak di lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia, sehingga memiliki resiko tinggi gempa bumi. Gempa bumi bersifat acak, sehingga sulit untuk memperkirakan saat akan terjadinya gempa. Dalam peraturan gempa (Nasional, 2012). Indonesia dibagi menjadi beberapa wilayah gempa, yaitu wilayah 1-6 (dan Lukiyono, 2017) Oleh karena itu, para peneliti senantiasa melakukan Kajian dalam mendesain dan mengoptimasi bangunan yang tahan gempa berdasarkan *history* gempa bumi yang pernah terjadi sehingga dampak yang terjadi dapat diminimalkan. Berdasarkan penelitian pusat pengkajian, pengolahan data dan informasi Sekjen DPR RI, semakin terbatasnya lahan dan juga harga lahan yang semakin mahal, maka perkembangan pembangunan gedung dituntut untuk vertikal ke atas. Pembangunan vertikal ini menuntut keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan akibat gempa (Mangare *et al.*, 2020). Kriteria gaya gempa terhadap struktur, dipengaruhi oleh massa, kekakuan, dan redaman dari struktur bangunan tersebut (Siswanto, 2018). Dalam perkembangan ini saat gempa terjadi, kenyamanan dari pengguna gedung tinggi diutamakan (Rosyid, 2012). Sehingga perlu dilakukan peredaman gempa supaya pada lantai atas efek gempa tidak terasa (Arifin *et al.*, 2019). Selain itu, perlu adanya fleksibilitas mobilisasi antara gedung satu dengan gedung lainnya. Terutama saat terjadinya evakuasi baik disebabkan kebakaran, ataupun hal lainnya. Sehingga diperlukan jembatan penghubung antar bangunan (Ikhsan, 2020). Dengan adanya jembatan tersebut, tentunya akan memengaruhi gaya-gaya dalam suatu bangunan (Fahrizal, 2019). Sehingga penulis akan menganalisa mengenai bangunan yang dihubungkan jembatan dengan dan tanpa *base isolation* pada struktur bawah (Setio *et al.*, 2012). Pengaruh ini akan dilihat dari beban gempa respon spektrum dan juga *time history* yang akan dianalisis agar tercipta desain yang lebih aman dan nyaman (Bayyinah & Faimun, 2017).

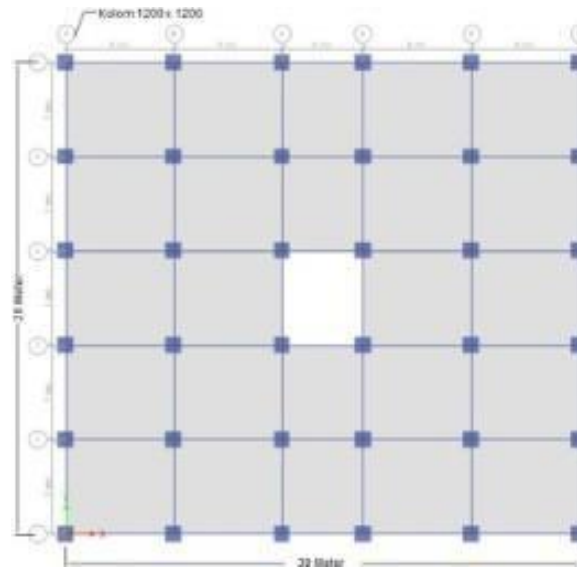
Tujuan dari penelitian ini mengetahui simpangan antar lantai dari bangunan tunggal dan bangunan ganda yang dihubungkan oleh jembatan dengan struktur dasarnya menggunakan *fixed base* dan *base isolation*. Manfaat bagi ilmu pengetahuan adalah dengan mengetahui simpangan antar lantai dan gaya dalam yang terjadi, maka dapat dilakukan optimasi struktur bangunan sehingga relatif ekonomis akan tetapi tetap nyaman.

METODE PENELITIAN

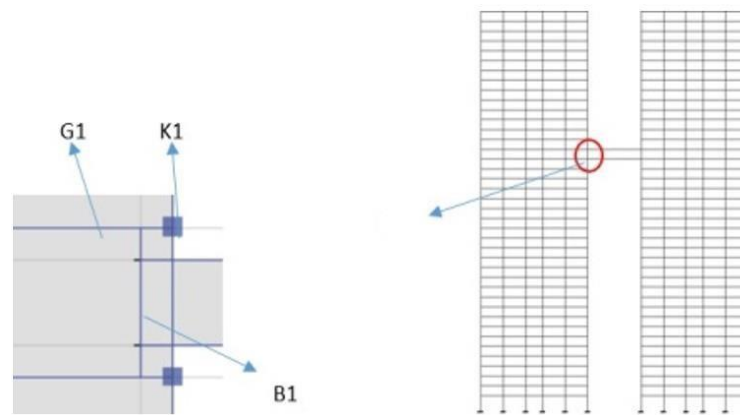


Gambar 1. Skema metode penelitian

Penulis memodelkan dua bangunan tinggi 40 lantai yang dihubungkan dengan jembatan penghubung dan struktur bawah menggunakan dan tanpa *base isolation*. Analisa struktur dengan program *e-tabs*. Dalam tahapan ini, struktur dibebani oleh beban sendiri, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa respon spektrum dan *time history linier*. Jenis bangunan yang dimodelkan pada. Kajian ini adalah bangunan kantor yang memiliki bentuk yang simetris dengan tampak atas berbentuk persegi panjang dengan panjang 38 m dan lebar 28 m. Pada kajian akan dimodelkan 2 buah bangunan yang sama strukturnya yang dihubungkan dengan jembatan dengan perletakan yang fleksibel pada kedua ujungnya. Jarak antara 2 bangunan ini adalah 18 m sesuai dengan aturan dilatasi 2 buah bangunan pada bab sebelumnya.



Gambar 2. Denah tampak atas bangunan



Gambar 3. Tampak samping bangunan dan potongan lokasi jembatan (tampak atas)

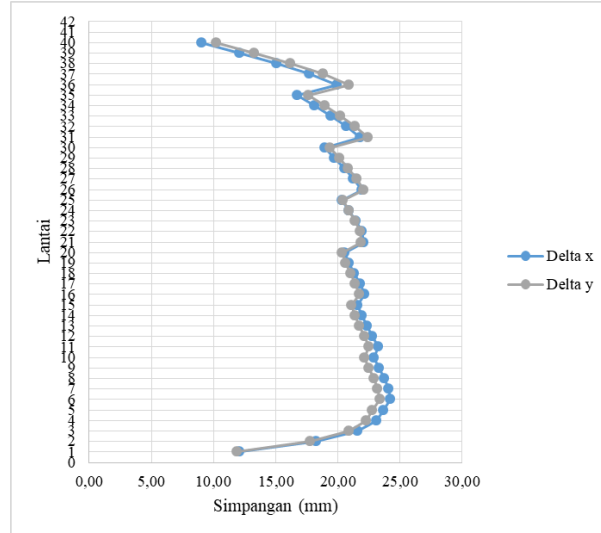
Tabel 1. Dimensi Kolom

Lantai	Kolom
36-40	50x50
31-35	60x60
26-30	70x70
21-25	80x80
16-20	90x90
11-15	100x100
6-10	110x110
1-5	120x120

Sumber : Penulis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Spektrum Analisis Bangunan Tunggal *Fixed base* Periode Getar



Gambar 4. Simpangan antar lantai arah X & Y bangunan tunggal *fixed base* respon spektrum analisis

Tabel 2. Periode Getar Bangunan Tunggal *Fixed base* Respon Spektrum

Case	Mode	Period sec	Modal Participation Mass Ratio											
			UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal 1	1	3,980	0,726	0,000	0,000	0,726	0,000	0,000	0,000	0,282	0,000	0,000	0,282	0,000
Modal 2	2	3,928	0,000	0,720	0,000	0,726	0,720	0,000	0,288	0,000	0,000	0,288	0,282	0,000
Modal 3	3	3,303	0,000	0,000	0,000	0,726	0,720	0,000	0,000	0,000	0,741	0,288	0,282	0,741
Modal 4	4	1,479	0,131	0,000	0,000	0,857	0,720	0,000	0,000	0,370	0,000	0,288	0,652	0,741
Modal 5	5	1,458	0,000	0,136	0,000	0,857	0,856	0,000	0,361	0,000	0,000	0,649	0,652	0,741
Modal 6	6	1,264	0,000	0,000	0,000	0,857	0,856	0,000	0,000	0,000	0,115	0,649	0,652	0,856
Modal 7	7	0,865	0,044	0,000	0,000	0,901	0,856	0,000	0,000	0,091	0,000	0,649	0,743	0,856
Modal 8	8	0,848	0,000	0,045	0,000	0,901	0,901	0,000	0,094	0,000	0,000	0,743	0,743	0,856
Modal 9	9	0,764	0,000	0,000	0,000	0,901	0,901	0,000	0,000	0,000	0,044	0,743	0,743	0,900
Modal 10	10	0,611	0,024	0,000	0,000	0,925	0,901	0,000	0,000	0,065	0,000	0,743	0,808	0,900
Modal 11	11	0,599	0,000	0,024	0,000	0,925	0,925	0,000	0,065	0,000	0,000	0,808	0,808	0,900
Modal 12	12	0,544	0,000	0,000	0,000	0,925	0,925	0,000	0,000	0,000	0,024	0,808	0,808	0,924

Sumber : Penulis

T hitung arah X = 3,980 detik dan arah Y = 3,928 detik. Akan tetapi nilai T ini terdapat pembatasan. Yang mana nilai T_{min} 4,006 detik dan T_{max} 5,608 detik, maka Nilai T yang dipergunakan dalam analisa berikutnya T_x & T_y = 4,006 detik.

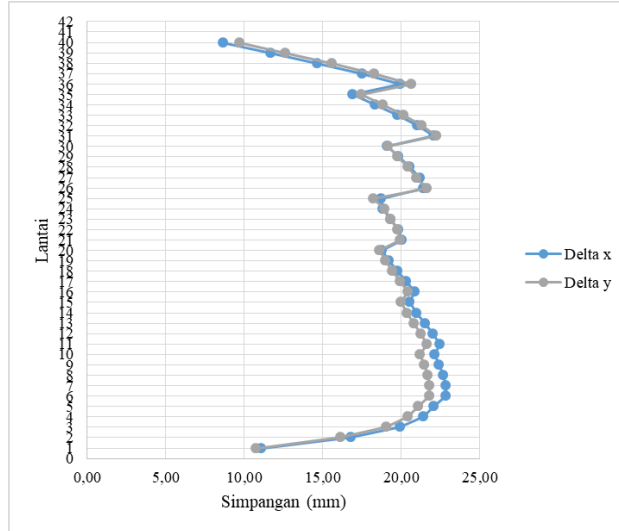
Bangunan Tunggal *Base Isolation* Periode Getar

Tabel 3. Periode Getar Bangunan *Base Isolation* Respon Spektrum Analisis

Case	Mode	Period sec	Modal Participation Mass Ratio											
			UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal 1	1	7,203	0,976	0,000	0,000	0,976	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,024	0,000
Modal 2	2	7,177	0,000	0,976	0,000	0,976	0,976	0,000	0,024	0,000	0,000	0,024	0,024	0,000
Modal 3	3	6,362	0,000	0,000	0,000	0,976	0,976	0,000	0,000	0,000	0,985	0,024	0,024	0,985
Modal 4	4	2,172	0,022	0,000	0,000	0,998	0,976	0,000	0,000	0,927	0,000	0,024	0,951	0,985
Modal 5	5	2,172	0,000	0,022	0,000	0,998	0,998	0,000	0,926	0,000	0,000	0,950	0,951	0,985
Modal 6	6	1,771	0,000	0,000	0,000	0,998	0,998	0,000	0,000	0,013	0,000	0,950	0,951	0,998
Modal 7	7	1,087	0,002	0,000	0,000	0,999	0,998	0,000	0,000	0,031	0,000	0,950	0,983	0,998
Modal 8	8	1,069	0,000	0,002	0,000	0,999	0,999	0,000	0,033	0,000	0,000	0,983	0,983	0,998
Modal 9	9	0,952	0,000	0,000	0,000	0,999	0,999	0,000	0,000	0,001	0,000	0,983	0,983	1,000
Modal 10	10	0,725	0,000	0,000	0,000	1,000	0,999	0,000	0,000	0,012	0,000	0,983	0,995	1,000
Modal 11	11	0,710	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,995	0,995	1,000
Modal 12	12	0,642	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,995	0,995	1,000

Sumber : Penulis

T hitung arah X = 7,203 detik dan arah Y = 7,177 detik. Akan tetapi nilai T ini terdapat pembatasan. Yang mana nilai T_{min} 4,006 detik dan T_{max} 5,608 detik, maka Nilai T yang dipergunakan dalam analisa berikutnya T_x & $T_y = 5,608$ detik.



Gambar 5. Simpangan antar lantai dan lateral drift arah X & Y bangunan ganda fixed base response spektrum analisis

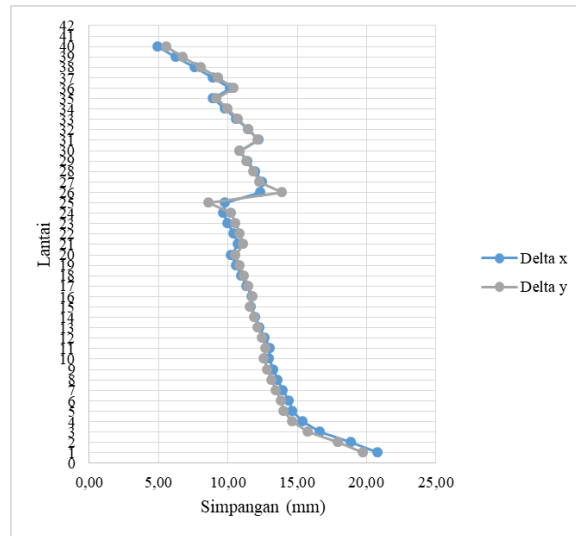
Dari grafik diatas, dapat dilihat simpangan terbesar pada arah X sebesar 22,84 mm terletak pada lantai 7. Sedangkan simpangan terbesar pada arah Y sebesar 22,24 mm terletak pada lantai 31

Tabel 4. Periode getar bangunan ganda dengan base isolation yang dihubungkan dengan jembatan

Case	Mode	Period sec	Modal Participation Mass Ratio											
			UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	6,852	0,000	0,038	0,000	0,000	0,038	0,000	0,001	0,000	0,938	0,001	0,000	0,938
Modal	2	6,681	0,000	0,901	0,000	0,000	0,939	0,000	0,022	0,000	0,040	0,023	0,000	0,978
Modal	3	6,593	0,977	0,000	0,000	0,977	0,939	0,000	0,000	0,023	0,000	0,023	0,023	0,978
Modal	4	4,916	0,000	0,038	0,000	0,977	0,977	0,000	0,001	0,000	0,000	0,023	0,023	0,978
Modal	5	2,325	0,000	0,000	0,000	0,977	0,977	0,000	0,001	0,000	0,001	0,025	0,023	0,979
Modal	6	2,274	0,000	0,000	0,000	0,977	0,977	0,000	0,000	0,009	0,000	0,025	0,032	0,979
Modal	7	2,163	0,000	0,020	0,000	0,977	0,996	0,000	0,850	0,000	0,001	0,875	0,032	0,980
Modal	8	2,157	0,021	0,000	0,000	0,998	0,996	0,000	0,000	0,919	0,000	0,875	0,950	0,980
Modal	9	2,128	0,000	0,002	0,000	0,998	0,998	0,000	0,075	0,000	0,015	0,950	0,950	0,995
Modal	10	1,954	0,000	0,000	0,000	0,998	0,998	0,000	0,000	0,000	0,000	0,950	0,951	0,995
Modal	11	1,759	0,000	0,000	0,000	0,998	0,998	0,000	0,000	0,000	0,000	0,950	0,951	0,996
Modal	12	1,719	0,000	0,000	0,000	0,998	0,998	0,000	0,000	0,000	0,003	0,950	0,951	0,998

Sumber : Penulis

T hitung arah X = 6,593 detik dan arah Y = 6,681 detik. Akan tetapi nilai T ini terdapat pembatasan. Yang mana nilai T_{min} 4,006 detik dan T_{max} 5,608 detik, maka nilai T yang dipergunakan dalam analisa berikutnya T_x & $T_y = 5,608$ detik.



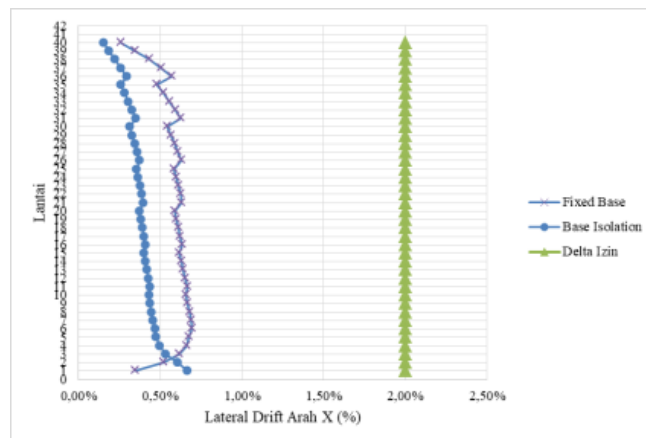
Gambar 6. Simpangan antar lantai & lateral drift arah X & Y bangunan ganda base isolation respon spektrum analisis

Dari grafik diatas, dapat dilihat simpangan terbesar pada arah X sebesar 20,79 mm dan arah Y sebesar 19,74 mm terletak pada lantai 1. Perbandingan Simulasi Periode Getar Bangunan Tunggal

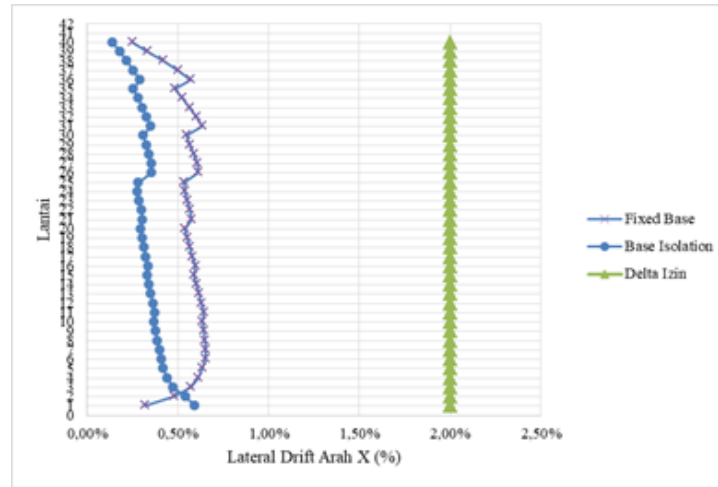
Tabel 5. Perbandingan periode getar bangunan tunggal respon spektrum analisis

Arah Getar	Mode ke-	<i>Fixed base</i>	<i>Base isolation</i>
		Periode Getar (s)	Periode Getar (s)
UX	1	3,844	6,852
UY	2	3,816	6,681
UZ	3	3,724	6,593

Sumber : Penulis

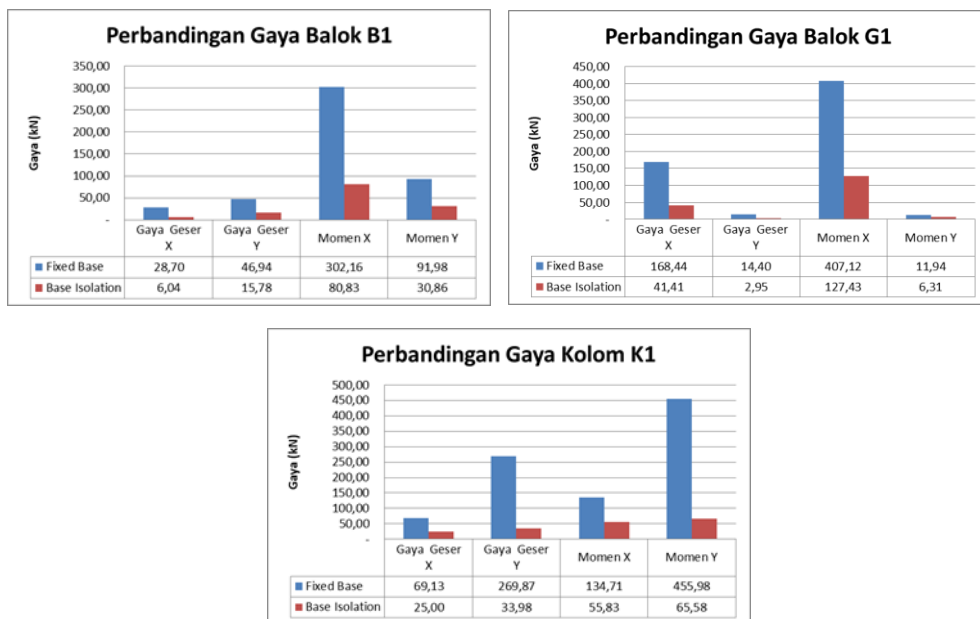


Gambar 7. Perbandingan lateral drift bangunan tunggal fixed base dan base isolation arah X & Y respon spektrum analisis



Gambar 8. Perbandingan lateral drift bangunan ganda fixed base & base isolation arah X & Y respon spektrum analisis

Dari grafik diatas, terlihat bahwa pada bangunan dengan menggunakan fixed base, simpangan antar lantai relatif lebih besar dibandingkan dengan bangunan base isolation gaya dalam balok B1, G1 dan kolom K1



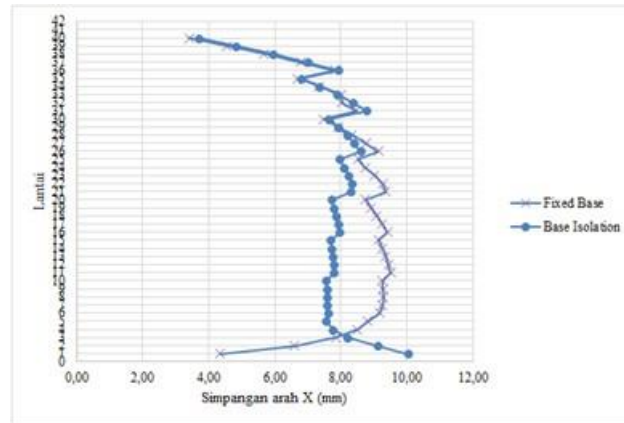
Gambar 9. Perbandingan gaya dalam balok B1,G1 & K1 bangunan ganda fixed base & base isolation respon spektrum analisis

Pada grafik diatas, hasil response spectrum analysis dapat disimpulkan terjadi penurunan nilai gaya dalam geser dari bangunan ganda dengan menggunakan fixed base ke bangunan ganda dengan menggunakan base isolation antara 47-87%. Sesuai tabel dibawah.

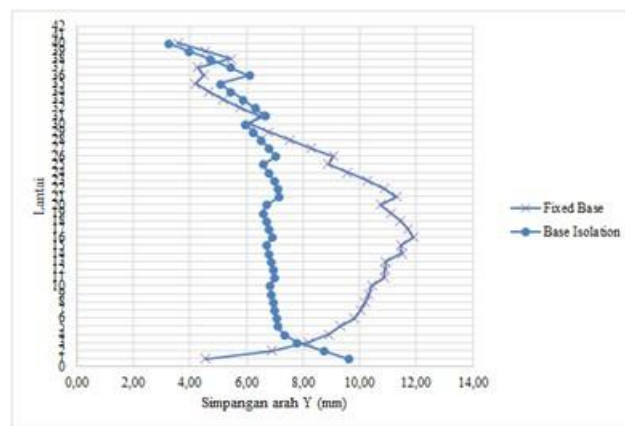
Tabel 6. Penurunan gaya bangunan *fixed base* ke bangunan *base isolation* respon spektrum analisis

Gaya	B1	G1	K1
Gaya Geser X	79%	75%	64%
Gaya Geser Y	66%	80%	87%
Momen X	73%	69%	59%
Momen Y	66%	47%	86%

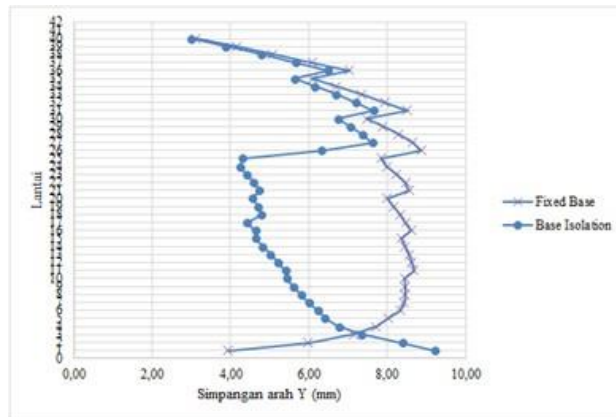
Sumber : Penulis



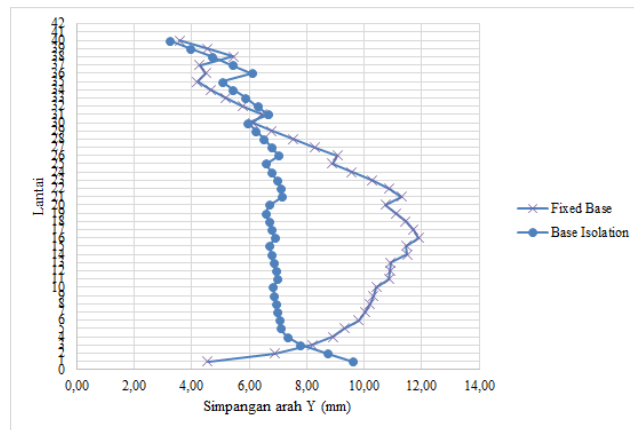
Gambar 10. Perbandingan simpangan antar lantai & *lateral drift* bangunan tunggal *fixed base* & *base isolation* arah X *time history linear analysis*



Gambar 11. Perbandingan simpangan antar lantai & *lateral drift* bangunan tunggal *fixed base* & *base isolation* arah Y *time history linear analysis*

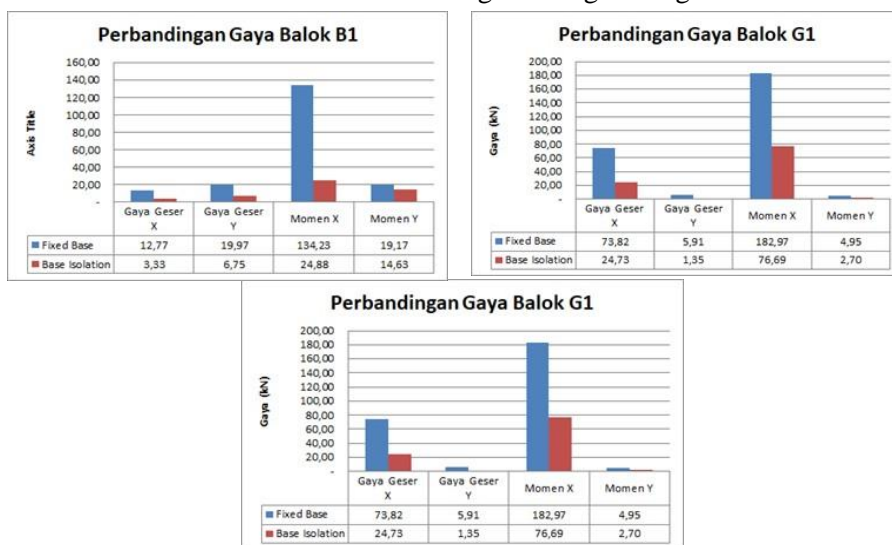


Gambar 12. Perbandingan simpangan antar lantai & lateral drift bangunan ganda



Gambar 13. Perbandingan simpangan antar lantai & lateral drift bangunan ganda fixed base & base isolation arah y time history linear analysis

Dari grafik diatas, terlihat bahwa pada bangunan dengan menggunakan fixed base, simpangan antar lantai relatif lebih besar dibandingkan dengan bangunan base isolation



Gambar 14. Perbandingan gaya dalam balok B1, G1 & K1 bangunan ganda fixed base & base isolation time history linear analysis

Pada grafik diatas, hasil *time history linear analysis* dapat disimpulkan terjadi penurunan nilai gaya dalam geser dari bangunan ganda dengan menggunakan *fixed base* ke bangunan ganda dengan menggunakan *base isolation* antara 24-87%. Sesuai tabel dibawah.

Tabel 7. Penurunan gaya bangunan fixed base ke bangunan base isolation time history linear analysis

Gaya	B1	G1	K1
Gaya Geser X	74%	66%	48%
Gaya Geser Y	66%	77%	87%
Momen X	81%	58%	34%
Momen Y	24%	45%	86%

Sumber : Penulis

KESIMPULAN

Berikut kesimpulan dari penelitian ini :

1. Periode getar bangunan *fixed base* lebih kecil dibandingkan periode getar bangunan *base isolation*
2. Bangunan dengan menggunakan *fixed base*, pada simpangan antar lantai relatif lebih besar dibandingkan dengan bangunan *Base Isolation* baik menggunakan respon spektrum analisis dan *time history linear analysis*
3. Terjadi penurunan nilai gaya dalam geser dari bangunan ganda dengan menggunakan *fixed base* ke bangunan ganda dengan menggunakan *base isolation* pada *response spectrum analysis* antara 47-87 % dan *time history linear analysis* antara 24-87 %.

Dengan simpangan antar lantai yang relatif kecil dapat disimpulkan bahwa bangunan dengan menggunakan *base isolation* menjadikan penghuni di dalamnya relatif nyaman saat terjadi gempa, selain itu gaya dalam yang bekerja pun relatif kecil sehingga dapat meningkatkan dari segi keamanan dari kekuatan struktur bangunan.

BIBLIOGRAPHY

- Arifin, Marcellino, Fransisca, Lidya, & Sagara, Altho. (2019). Studi Perbandingan Gedung dengan Iregularitas Horizontal Menggunakan Base Isolation dan Fixed Base. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(2).
- Bayyinah, Dilla Ayu Laila Nurul, & Faimun, Faimun. (2017). Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), C33–C38.
- Fahrizal, Muhammad. (2019). *Tinjauan Perhitungan Sistem Pembebanan Struktur Pondasi Abutmen (A2) dan Pondasi Pilar (P11) Jembatan Kali Kendeng pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang–Solo Ruas Salatiga–Kartasura (Sta 47+ 860.50–48+ 343.52)*. Vokasi.
- Ikhsan, Maulana Nur. (2020). *Pengaruh Jenis Tumpuan Jembatan Penghubung (Skybridge) terhadap Kestabilan Struktur Bangunan Berlantai Banyak*. Universitas Hasanuddin.
- Lukiyono, Almufid. (2017). Daktilitas Pada Struktur Balok Di Bangunan Tinggi Pada Daerah Rawan Gempa Sesuai Dengan Peraturan Sni 1726; 2012. *Jurnal Teknik*, 4(2).

- Mangare, Jantje B., Sibi, Mochtar, & Malingkas, Grace Y. (2020). Studi Pemeriksaan Cepat Penerapan Sni Dalam Rangka Peningkatan Manajemen Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Di Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1).
- Nasional, Badan Standardisasi. (2012). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. *Sni*, 1726, 2012.
- Rosyid, Achmad Nur. (2012). *Perancangan pusat teknologi konstruksi bangunan di Kota Malang*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Setio, Herlien D., Kusumastuti, Diah, Setio, Sangriyadi, Siregar, Pratama H. R., & Hartanto, Andy. (2012). Pengembangan Sistem Isolasi Seismik pada Struktur Bangunan yang Dikenai Beban Gempa sebagai Solusi untuk Membatasi Respon Struktur. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 19(1), 1–14.
- Siswanto, Agus Bambang. (2018). Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa. *Jurnal Teknik Sipil*, 11, 59–72.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)