



Studi perilaku struktur bangunan gedung rangka baja asimetrik horizontal menggunakan *bracing* terhadap beban gempa

Daffa Radya Farhanna¹, Euneke Widyaningsih², Bernardius³

^{1,2,3}Institut Teknologi Nasional Bandung

daffaradyaf@mhs.itenas.ac.id

Info Artikel :

Diterima :

8 Desember 2022

Disetujui :

17 Desember 2023

Dipublikasikan :

25 Desember 2023

ABSTRAK

Bresing merupakan elemen penahan gempa yang banyak digunakan pada gedung baja bertingkat tinggi, penelitian ini meninjau kinerja struktur dari bangunan rangka baja dengan bresing kosentrik tipe x dan tanpa bresing kosentrik tipe x. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan bresing kosentrik tipe x terhadap struktur tanpa bresing kosentrik tipe x dan apabila nilai simpangannya disamakan antara yang tanpa atau menggunakan bresing kosentrik tipe x, dapat mengurangi berat dimensi gedung atau tidak. Hasil penelitian menunjukkan apabila nilai simpangannya disamakan antara gedung yang menggunakan bresing dengan tanpa bresing, dapat mengurangi sebesar 12,10 persen. Kemudian, penurunan terbesar nilai simpangan antar lantai terdapat pada model menggunakan bresing kosentrik tipe X dibandingkan dengan Model tanpa bresing kosentrik tipe X yaitu sebesar 55,28% untuk arah X dan 6,99% untuk arah Y.

Kata Kunci: Gempa, Bresing Kosentrik Tipe X, Simpangan Antar Lantai, Struktur Bangunan, Rangka Asimetrik

ABSTRACT

Bracing is an earthquake-resistant element that is widely used in high-rise steel buildings, this study examines the structural performance of steel frame buildings with type x concentric braces and without type x concentric braces. The purpose of this study was to determine the effect of using type x concentric braces on structures without type x concentric braces and if the deviation values were equated between those without or using type x concentric braces, it could reduce the dimensional weight of the building or not. The results of the study show that if the deviation value is equated between buildings that use braces and without braces, it can reduce by 12.10 percent. Then, the largest decrease in the value of the deviation between floors is in the model using type X concentric braces compared to the model without type X concentric braces, which is 55.28% for the X direction and 6.99% for the Y direction.

Keywords: Earthquake, Concentric Braces Type X, Story Drift, Building Structure, Asymmetrical Frame



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

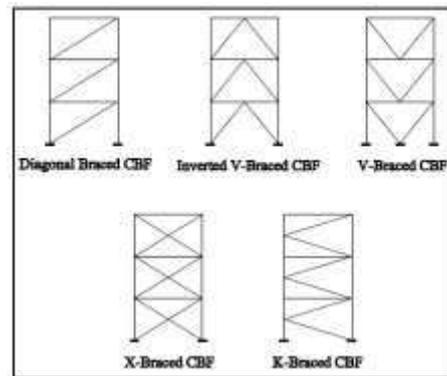
PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, bentuk gedung semakin bervariasi karena harus mengefisienkan lahan yang tersedia dan menunjang nilai estetika pada gedung. Disamping nilai estetika, dalam membangun suatu gedung perlu tetap memperhatikan persyaratan yang berlaku menegani ketidakberaturan vertikal dan horizontal pada perencanaan gedung. Gedung harus stabil untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna gedung. Suatu struktur disebut stabil apabila struktur tersebut tidak mudah terguling, miring, tergeser, bahkan roboh selama umur yang direncanakan.

Kemampuan konstruksi bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya sangatlah penting agar keselamatan penggunaannya dapat terjamin. Salah satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam menjamin keselamatan, keamanan, dan kenyamanan pengguna suatu bangunan gedung adalah ketahanan konstruksi dalam menghadapi bencana alam gempa bumi karena Indonesia

merupakan salah satu negara dengan intensitas gempa yang cukup tinggi, untuk itu diperlukan suatu usaha pencegahan dalam mengantisipasi dampak kerusakan struktur yang mengancam keselamatan dan keamanan penggunanya. Salah satu usaha agar bangunan gedung dapat tetap aman dari dampak yang disebabkan oleh gempa bumi adalah dengan menggunakan bresing konsentrik yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi pada struktur suatu konstruksi bangunan gedung.

Berdasarkan SNI 1726:2019, sistem rangka bresing konsentrik dapat dikategorikan sebagai rangka bresing konsentrik biasa (SRBKB) atau sistem rangka bresing konsentrik khusus (SRBKK). Sistem rangka bresing konsentrik biasa (SRBKB) diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis secara terbatas apabila dibebani oleh gaya-gaya yang berasal dari beban gempa rencana sedangkan sistem rangka bresing konsentrik khusus (SRBKK) diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar akibat gaya gempa rencana. Sistem rangka bresing konsentrik khusus (SRBKK) memiliki tingkat daktilitas yang lebih tinggi daripada tingkat daktilitas sistem rangka bresing konsentrik biasa (SRBKB) mengingat penurunan kekuatannya yang lebih kecil pada saat terjadinya tekuk pada batang bresing tekan.



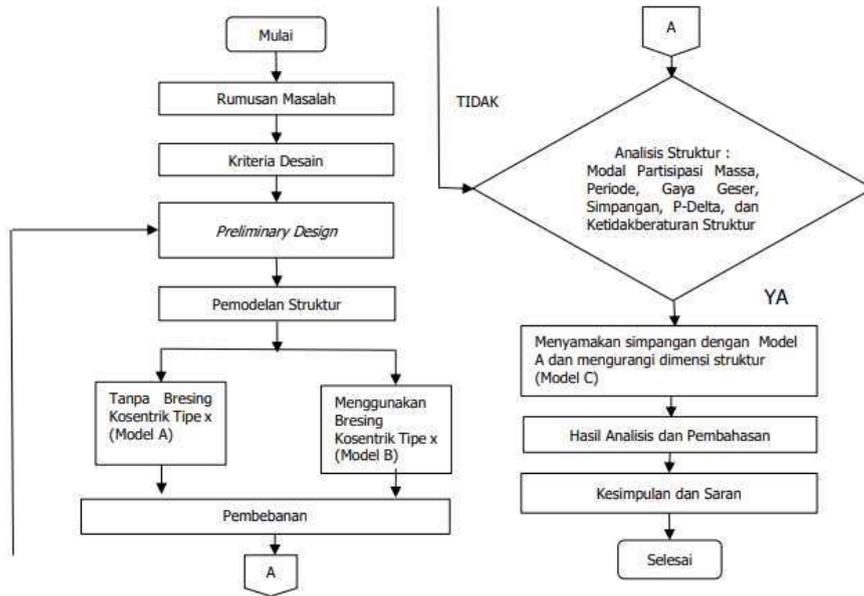
Gambar 1. Rangka bresing konsentrik

Menurut SNI 1726:2019, gempa rencana harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan nongedung. Gempa rencana ditetapkan dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%. Untuk menentukan respon spektrum percepatan gempa di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik.

Menurut hasil penelitian Pamungkas (2021) bahwa bangunan yang menggunakan sistem *bracing* X 2-story mengalami penurunan nilai waktu getar alami sebesar 20,38%, penurunan pada simpangan antar lantai sebesar 36,05%, dan peningkatan pada tingkat kestabilan struktur sebesar 61,575, mengakibatkan bertambahnya kekakuan struktur bangunan sehingga menjadi lebih stabil. Hasil penelitian Harianja & Zaluku (2012) menemukan bahwa hasil keefektifan pada pengujian dengan nilai perpindahan 0,04 cm adalah 95,18%, sedangkan nilai perpindahan 0,044 cm adalah 96,431%, sehingga disimpulkan bahwa *bracing* merupakan model yang baik untuk diterapkan sebagai kekakuan lateral pada tegangan geser horizontal bawah. Hasil analisis Rienanda et al. (2019) menunjukkan bahwa pemodelan struktur bangunan yang berdiri di atas tanah miring dengan pemasangan *bracing* pada lantai dasar (Model B) menghasilkan gaya geser pada kolom pendek paling kecil jika dibandingkan dengan pemodelan lainnya. Respons struktur yang dihasilkan oleh Model B seperti periode struktur, displacement dan simpanganantar tingkat juga telah memenuhi persyaratan yang ada.

Dalam penelitian ini akan dilakukan rancangan sebanyak 3 buah model gedung asimetrik horizontal 5 lantai yang menggunakan sistem rangka pemikul khusus (SRPMK) dengan struktur bangunan gedung yang menggunakan bresing konsentrik tipe x terhadap beban gempa, yang pertama gedung Model A yang dirancang tidak menggunakan bresing, Model B adalah rancangan Model A yang ditambahkan bresing, dan Model C adalah gedung yang dirancang menggunakan bresing tetapi nilai simpangannya mendekati Model A. Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan efektifitas dari penggunaan bresing konsentrik tipe x sehingga dapat diketahui berapa persen penurunan nilai simpangan dan berapa persen pengurangan dimensi dalam suatu bangunan menggunakan bresing dengan tanpa menggunakan bresing.

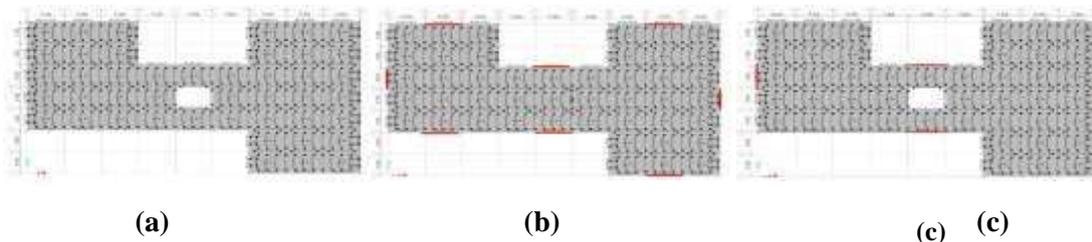
METODE PENELITIAN
Diagram alir



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Perencanaan elemen struktur

Pada penelitian tugas akhir ini struktur gedung akan didesain dengan data yang telah ditentukan. Adapun denah bangunan dan data struktur yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Denah Bangunan: (a) Model A (Tanpa Bresing), (b) Model B (Menggunakan Bresing), (c) Model C (Menggunakan Bresing)

Tabel 1. Data perencanaan struktur

DATA UMUM	
Jumlah Lantai	5 Lantai (termasuk atap)
Tinggi Tiap Lantai	3.65 m
Fungsi bangunan	apartemen
Lokasi Bangunan	Bandung
Jenis Tanah	Sedang (D)
Data Material	

	Mutu Baja	BJ 41
	Mutu Beton	f ' c 30 MPa
	Bondek	G-550
Data Dimensi Penampang		
Model A	Kolom	IWF 425x415x30x48
	Balok Induk Perimeter	IWF 350x350x15x24
	Balok Induk Komposit didalam Perimeter	IWF 350x150x13x20
	Balok Anak Komposit	IWF 150x150x7x10
Model B	Kolom	IWF 425x415x30x48
	Kolom Bresing	IWF 813x387x25,90x47
	Balok Induk Perimeter	IWF 350x350x15x24
	Balok Induk Komposit didalam Perimeter	IWF 350x150x13x20
	Balok Anak Komposit	IWF 150x150x7x10
	Bresing	IWF 300x300x10x15
Model C	Kolom Perimeter	IWF 375x394x17,3x27,7
	Kolom didalam Perimeter	IWF 372x374x16,4x26,2
	Kolom Bresing	IWF 813x387x25,9x47
	Balok Induk Perimeter	IWF 450x200x9x14
	Balok Induk Komposit didalam Perimeter	IWF 194x150x6x9
	Balok Anak Komposit	IWF 150x75x5x7
	Bresing	IWF 260x256x10,7x17,3

Pemodelan struktur

Pemodelan struktur gedung pada penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi ETABS. Pemodelan struktur gedung direncanakan sebanyak 3 model struktur yaitu model A dengan rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus , model B dan model C dengan rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentrik Khusus Tipe X, yang kemudian akan dilakukan analisis terhadap kinerja struktur pada masing-masing model struktur agar mendapatkan perbandingan terhadap kinerja strukturnya.

Pembebanan

Pembebanan struktur dan kombinasi yang digunakan pada penelitian dalam tugas akhir ini pada masing-masing model struktur berpedoman kepada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain dan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gempa dan Non Gedung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simpangan antar lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019, simpangan antar tingkat pada arah X dan Y tidak boleh melebihi simpangan izin. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis simpangan antar tingkat dengan parameter-parameter simpangan yang digunakan yaitu, nilai faktor pembesaran defleksi (C_d), faktor keutamaan gempa (I_e) dan nilai simpangan di tingkat-x (δ_{xe}). Persyaratan simpangan izin sebagai berikut :

- Faktor pembesaran defleksi (C_d) = 4,5
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,0
- Syarat simpangan antar tingkat, (Δ_d) = 0,73 m

- d. Faktor redundansi, (ρ) = 1,3
e. *Story drift* inelastik izin, (Δ_{max}) = 0,56153846 m

Tabel 2. Simpangan antar lantai model A, B, dan C

Story	Simpangan Antar Lantai						Persensi Kesamaan Nilai Simpangan	
	Model A		Model B		Model C		δe_x (%)	δe_y (%)
	<i>Displacement</i>		<i>Displacement</i>		<i>Displacement</i>			
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)		
5	23,227	21,891	10,921	22,642	22,275	23,763	95,90	108,55
4	19,633	19,03	8,956	18,743	18,415	19,517	93,80	102,56
3	14,72	14,622	6,583	13,833	13,603	14,34	92,41	98,07
2	8,766	8,973	4,031	8,346	8,282	8,674	94,48	96,67
1	2,992	3,191	1,592	3,084	3,143	3,286	105,05	102,98

Berdasarkan **Tabel 2**, Model A adalah model tanpa bresing, Model B adalah model A yang ditambahkan bresing konsentrik tipe X, setelah digunakan bresing penurunan terbesar nilai simpangan antar lantai terdapat pada model B dengan bresing kosentrik tipe X dibandingkan dengan Model A tanpa bresing kosentrik tipe X yaitu sebesar 55,28% untuk arah X dan 6,99% untuk arah Y. lalu Model C adalah model B yang dioptimalkan agar nilai simpangannya mendekati Model A dengan persenan kesamaan nilai simpangan antar lantai Model A dan Model C sebesar 95,90% untuk lantai 5 arah X dan 108,55% untuk lantai 5 arah Y.

Mass summary by story

Mass summary by story merupakan ringkasan yang dapat mengetahui berat tiap lantainya yang dimana nilainya digunakan untuk kebutuhan kapasitas gaya geser, yang dimana berat total tersebut dikalikan kapasitas gaya geser untuk mencari nilai V_{statik} dan $V_{dinamik}$. Berikut berat total model A, B dan C dibawah ini.

Tabel 3. Berat total model A, B, dan C

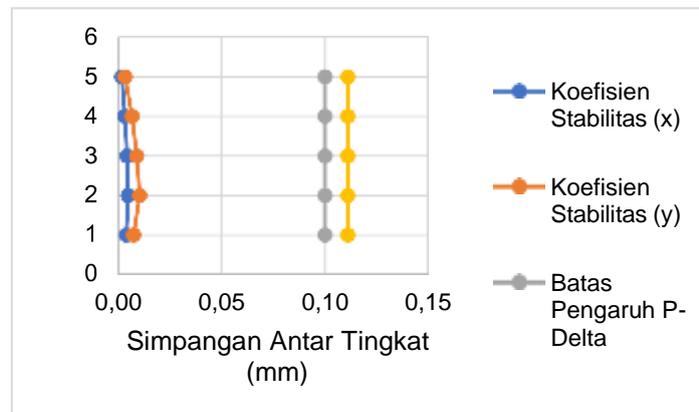
Story	<i>Mass Summary by story</i>						Persensi Pengurangan Berat Model A Terhadap Model C	
	Model A		Model B		Model C		UX (%)	UY (%)
	UX (kg)	UY (kg)	UX (kg)	UY (kg)	UX (kg)	UY (kg)		
5	496772	496772	501347	501347	422724	422724	14,91	14,91
4	768229	768229	777635	777635	677926	677926	11,75	11,75
3	771147	771147	780553	780553	680844	680844	11,71	11,71
2	771147	771147	780553	780553	680844	680844	11,71	11,71
1	790440	790440	799846	799846	700137	700137	11,42	11,42

TOTA	359773	359773	363993	363993	316247	316247	12,10	12,1
L	4	4	4	4	3	3		0

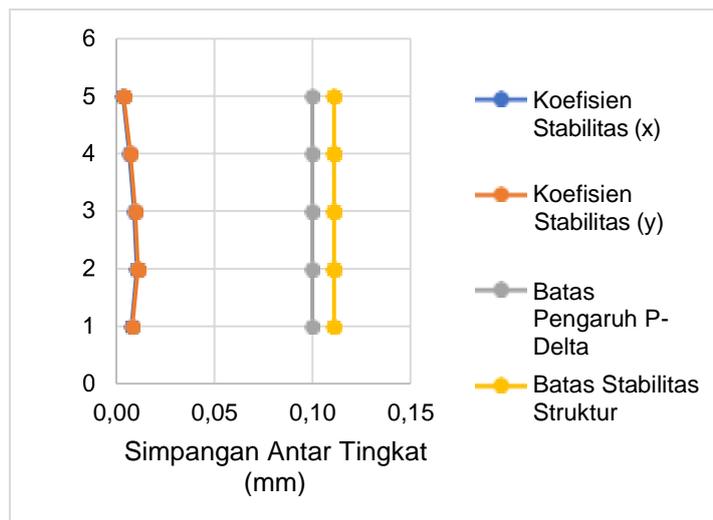
Berdasarkan Berat total model A,B dan C pada **Tabel 3**, dapat diketahui persenan penurunan total Model A terhadap Model C sebesar 12,10% yang membuktikan bahwa dengan nilai simpangan antar lantai memiliki kemiripan sebesar 95,90% pada lantai 5 antara model A dan Model C terbukti bahwa bresing dapat mengurangi berat total sebesar 12,10%. Setelah diketahui nilai V_{statik} dan $V_{dinamik}$ yang diperoleh dari ETABS dan perhitungan manual dilakukanlah perhitungan, selanjutnya diperiksa apakah perlu di *scale up* terhadap nilai *scale factor*, Berdasarkan SNI 1726:2019 nilai base shear tidak boleh kurang dari 100% gaya geser dasar yang dihitung dengan menggunakan statik ekuivalen. Apabila $V_{dinamik}$ kurang dari 100% V_{statik} , maka nilai *scale factor* gempa harus dikalikan $V_{statik}/V_{dinamik}$.

Pengaruh P-Delta

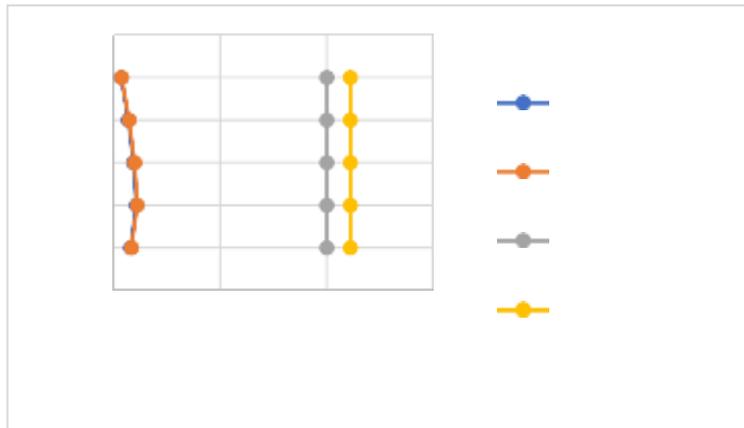
Hasil analisa pengaruh P-delta dari seluruh model struktur secara keseluruhandapat diketahui melalui grafik pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6** untuk mengetahui hubungan antara koefisien stabilitas pada arah X dan Y yang terjadi pada setiap model struktur terhadap koefisien izin yang diperoleh.



Gambar 4 Grafik Pengaruh P-Delta Menggunakan Bresing Model B



Gambar 5 Grafik Pengaruh P-Delta Menggunakan Bresing Model C



Gambar 6 Grafik Pengaruh P-Delta Menggunakan Bresing Tanpa Bresing Model A

Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal

Berdasarkan SNI 1726:2019 ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata – rata di kedua ujung struktur, ketidak beraturan torsi dalam pasal - pasal referensi berlaku hanya untuk struktur dimana diafragmanya kaku atau setengah kaku.

Persyaratan ketidak beraturan torsi struktur horizontal dapat dirumuskan sebagai berikut :

$\Delta_{maks} < 1,2 \Delta_{avg}$ = Tanpa ketidakberaturan torsi 1,2

$\Delta_{avg} < \Delta_{maks} 1,2$ Δ_{avg} = Ketidakberaturan torsi

$\Delta_{maks} > 1,4 \Delta_{avg}$ = Ketidakberaturan torsi lebih (1b)

Tabel 4. Tabel Story Drifts Arah X dan Y Model A
Tabel Story Max Over Avg Drifts Tanpa Bresing Model A

Story	Output Case	Step Type	Direction	Max Drift (mm)	Avg Drift (mm)	Ratio
5	EQX	Max	X	7,368	7,306	1,009
5	EQY	Max	Y	6,707	5,863	1,144
4	EQX	Max	X	9,904	9,809	1,01
4	EQY	Max	Y	9,911	8,675	1,142
3	EQX	Max	X	11,846	11,728	1,01
3	EQY	Max	Y	12,541	10,988	1,141
2	EQX	Max	X	11,419	11,297	1,011
2	EQY	Max	Y	12,72	11,166	1,139
1	EQX	Max	X	5,914	5,844	1,012
1	EQY	Max	Y	6,988	6,157	1,135

Tabel 5. Tabel Story Drifts Arah X dan Y Menggunakan Bresing Model B

Tabel Story Max Over Avg Drifts Menggunakan Bresing Model B						
Story	Output Case	Step Type	Direction	Max Drift (mm)	Avg Drift (mm)	Ratio
5	EQX	Max	X	2,456	2,42	1,015
5	EQY	Max	Y	5,148	5,096	1,01
4	EQX	Max	X	2,965	2,919	1,016
4	EQY	Max	Y	6,536	6,419	1,018
3	EQX	Max	X	3,177	3,127	1,016
3	EQY	Max	Y	7,296	7,129	1,023
2	EQX	Max	X	3,021	2,975	1,016
2	EQY	Max	Y	6,994	6,804	1,028
1	EQX	Max	X	1,968	1,938	1,016
1	EQY	Max	Y	4,107	3,982	1,032

Tabel 6. Tabel Story Drifts Arah X dan Y Menggunakan Bresing Model C
Tabel Story Max Over Avg Drifts Menggunakan Bresing Model C

Story	Output Case	Step Type	Direction	Max Drift (mm)	Avg Drift (mm)	Ratio
5	EQX	Max	X	6,028	5,739	1,05
5	EQY	Max	Y	5,378	5,033	1,069
4	EQX	Max	X	7,467	7,045	1,06
4	EQY	Max	Y	6,648	6,215	1,07
3	EQX	Max	X	8,159	7,651	1,066
3	EQY	Max	Y	7,33	6,853	1,07
2	EQX	Max	X	7,759	7,236	1,072

Berdasarkan nilai *story drift* pada **Tabel 4.** sampai **Tabel 6.** didapatkan nilai rasio antara simpangan maksimum dan rata-rata simpangan. Pada Load Case EQX arah X nilai rasio Model Tanpa Bresing dan Menggunakan Bresing tidak lebih dari 1,2. Sehingga pada Model Tanpa Bresing dan Menggunakan Bresing tidak termasuk kategori ketidakberaturan torsi.

Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal

Analisis dimulai dengan meninjau ketidakberaturan vertikal no 1a dan 1b yaitu ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak dan ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan dilakukan dengan

menganalisis tabel *Story Stiffness* yang dihasilkan oleh program ETABS pada seluruh model struktur. Berdasarkan SNI 1726:2019, struktur dikatakan mempunyai ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak apabila terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Sedangkan struktur dikatakan mempunyai ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan apabila terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.

Tabel 7. Tabel *Story Stiffness* Tanpa Bresing Model A

Tabel <i>Story Stiffness</i> Tanpa Bresing Model A				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
5	144249,243	OK	170063,35	OK
4	209076,342	OK	230719,928	OK
3	237163,766	OK	249906,798	OK
2	292243,62	OK	293074,627	OK
1	612125,354	OK	576063,802	OK

Tabel 8. Tabel *Story Stiffness* Menggunakan Bresing Model B

Tabel <i>Story Stiffness</i> Menggunakan Bresing Model B				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
5	569073,131	OK	275013,611	OK
4	1012606,955	OK	464627,242	OK
3	1303770,746	OK	577817,18	OK
2	1624711,097	OK	716742,188	OK
1	2687189,14	OK	1314236,606	OK

Tabel 9. Tabel *Story Stiffness* Menggunakan Bresing Model C

Tabel <i>Story Stiffness</i> Menggunakan Bresing Model C				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan	Cek	Kekakuan	Cek
	kN/m		kN/m	
5	235988,899	OK	209834,898	OK
4	414577,996	OK	367303,206	OK
3	521489,494	OK	466811,57	OK
2	644070,401	OK	585364,481	OK
1	1134673,481	OK	1036929,769	OK

Hasil analisis seluruh model struktur didapatkan nilai kekakuan untuk tanpa bresing dan menggunakan bresing model pertama dan kedua memenuhi persyaratan ketidakberaturan vertikal no 1a dan 1b. Analisis ketidakberaturan vertikal dilanjutkan terhadap ketidakberaturan vertikal no 2 yaitu ketidakberaturan berat dengan menganalisis massa struktur pada tabel *Mass Summary by Story* yang didapatkan dari program ETABS pada tiap model struktur dan dikatakan memiliki ketidakberaturan berat apabila massa efektif disuatu tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya.

Tabel 10 Tabel *Mass Summary by Story* Menggunakan Bresing Model A

Tabel <i>Mass Summary by Story</i> Tanpa Bresing Model A		
Lantai	Massa	Cek
	Kg	
5	501346,76	
4	777634,94	OK
3	780552,96	OK
2	780552,96	OK
1	799845,99	OK

Tabel 11 Tabel *Mass Summary by Story* Menggunakan Bresing Model B

Tabel <i>Mass Summary by Story</i> Menggunakan Bresing Model B		
Lantai	Massa	Cek
	Kg	
5	422723,53	
4	677925,63	OK

Tabel Mass Summary by Story Menggunakan Bresing Model B		
Lantai	Massa	Cek
	Kg	
3	680843,65	OK
2	680843,65	OK
1	700136,68	OK

Tabel 12. Tabel *Mass Summary by Story Menggunakan Bresing Model C*

Tabel Mass Summary by Story Menggunakan Bresing Model C		
Lantai	Massa	Cek
	Kg	
5	419789,99	
4	671791,98	OK
3	674710	OK
2	677643,55	OK
1	700136,68	OK

Hasil analisis seluruh model struktur didapatkan nilai massa struktur yang memenuhi persyaratan ketidakberaturan vertikal no 2, dikarenakan massa efektif di sebarang tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai dibawahnya tidak perlu di tinjau, sehingga untuk ketidakberaturan massa memenuhi syarat dari SNI 1726:2019 tentang ketidakberaturan vertikal nomer dua. Analisis ketidakberaturan vertikal dilanjutkan terhadap ketidakberaturan horizontal no 3 yaitu ketidakberaturan geometri vertikal. Struktur dikatakan memiliki ketidakberaturan geometri vertikal apabila tingkat dari struktur memiliki proporsi tinggi lebih dari 130% tinggi tingkat didekatnya.

Tabel 13. Ketidakberaturan Geometri Vertikal Tanpa Bresing Model A

Ketidakteraturan Geometri Vertikal Tanpa Bresing		
Lantai	L	Cek
	Mm	
5	425	
4	425	OK
3	425	OK
2	425	OK
1	425	OK

Tabel 14. Ketidakberaturan Geometri Vertikal Menggunakan Bresing Model B

Ketidakberaturan Geometri Vertikal Menggunakan Bresing Model B		
Lantai	L	Cek
	mm	
5	813	
4	813	OK
3	813	OK
2	813	OK
1	813	OK

Tabel 15. Ketidakberaturan Geometri Vertikal Menggunakan Bresing Model C

Ketidakberaturan Geometri Vertikal Menggunakan Bresing Model C		
Lantai	L	Cek
	mm	
5	813	
4	813	OK
3	813	OK
2	813	OK
1	813	OK

Hasil analisis untuk model struktur yang tidak menggunakan bresing dan menggunakan bresing model pertama maupun model kedua memenuhi syarat ketidakberaturan horizontal nomer tiga SNI 1726:2019 karena tidak didapatkannya tingkat dari struktur memiliki proporsi tinggi lebih dari 130% tinggi tingkat didekatnya. Berdasarkan SNI 1726:2019, struktur yang memiliki ketidakberaturan geometri vertikal harus memperhatikan persyaratan mengenai prosedur analisis yang diizinkan sesuai dengan karakteristik strukturnya. Pada model struktur yang dianalisis dikarenakan struktur memiliki ketinggian tidak melebihi 48,8 mm maka prosedur analisis gaya lateral ekuivalen, spektrum respons ragam, dan respons riwayat waktu seismik diperbolehkan untuk digunakan.

Analisis ketidakberaturan vertikal dilanjutkan terhadap ketidakberaturan vertikal no 4 yaitu ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral. Secara visual dapat dilihat bahwa struktur yang dimodelkan menggunakan elemen struktur yang menerus sehingga tidak terdapat pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral.

Analisis ketidakberaturan vertikal dilanjutkan terhadap ketidakberaturan vertikal no 5a dan 5b yaitu ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat dan ketidakberaturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat dengan menganalisis kekuatan lateral tingkat pada tabel Story Forces yang didapatkan dari program ETABS pada tiap model struktur.

Tabel 16. Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Tanpa Bresing Model A

Tanpa Bresing Model A				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	kN		kN	
5	1053,8589	OK	997,0273	OK
4	2050,9285	OK	2001,4975	OK
3	2781,3886	OK	2745,9357	OK
2	3301,508	OK	3272,4451	OK
1	3577,0521	OK	3546,5745	OK

Tabel 17. Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Menggunakan Bresing Model B

Menggunakan Bresing Model B				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	kN		kN	
5	1376,9116	OK	1401,5896	OK
4	2956,2776	OK	2982,3019	OK
3	4077,4218	OK	4119,1168	OK
2	4833,1948	OK	4876,5678	OK
1	5207,7072	OK	5232,6489	OK

Tabel 18. Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Menggunakan Bresing Model C

Menggunakan Bresing Model C				
Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan	Cek	Kekuatan	Cek
	kN		kN	
5	1187,7303	OK	1204,1757	OK
4	2576,5521	OK	2587,5726	OK
3	3573,8536	OK	3571,4451	OK
2	4241,9331	OK	4235,4962	OK
1	4564,6037	OK	4565,1885	OK

Hasil analisis seluruh model struktur didapatkan bahwa kekuatan lateral tingkat pada setiap model struktur lebih dari 80% kekuatan lateral tingkat di atasnya dan tidak kurang dari 65% kekuatan tingkat di atasnya sehingga seluruh model struktur tidak memiliki ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat dan ketidakberaturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat.

KESIMPULAN

Seluruh model struktur yang dirancang pada penelitian tugas akhir ini ada sebanyak 3 buah model, yang pertama gedung Model A yang dirancang tidak menggunakan bresing, Model B adalah rancangan Model A yang ditambahkan bresing, dan Model C adalah gedung yang dirancang menggunakan bresing tetapi nilai simpangannya mendekati Model A. Seluruh model yang dirancang pada penelitian tugas akhir ini memiliki 2 sistem rangka pemikul momen, untuk gedung yang tidak menggunakan bresing (Model A) termasuk sistem rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus, dan untuk gedung yang menggunakan bresing (Model B dan Model C) termasuk sistem rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus. Seluruh model struktur telah memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 pada periode struktur, jumlah dan arah ragam getar, simpangan antar tingkat, dan pengaruh P-Delta. Penggunaan bresing konsentrik pada struktur dapat memperkaku bangunan, hal ini dapat diketahui dengan berkurangnya periode dan nilai perpindahan struktur. Penurunan terbesar nilai simpangan antar lantai terdapat pada model B dengan bresing konsentrik tipe X dibandingkan dengan Model A tanpa bresing konsentrik tipe X yaitu sebesar 55,28% untuk arah X dan 6,99% untuk arah Y. Apabila nilai simpangan Model C yang menggunakan bresing konsentrik tipe X disesuaikan mendekati nilai simpangan Model A yang tidak menggunakan bresing konsentrik tipe X dapat mengurangi dimensi gedung yaitu sebesar 12,10%, terbukti berat gedung turun dari 3597734,02 kg menjadi 3162473,14 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional., (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727-2020*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional., (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. SNI 1726:2019*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional., (2020). *Spesifikasi untuk pembangunan gedung baja struktural. SNI 1729:2020*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional., (2002). *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung. SNI 1726:2002*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Budiono, Bambang dan Lucky Supriatna. 2011. *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2006. *Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan., (1983). *Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Harianja, J. A., & Zaluku, R. A. (2012). *Efektifitas Penggunaan Bracing Pada Portal Bertingkat Asimetris*.
- Haryono, Sri dan Dian Arumningsih DP. 2016. *Penggunaan Struktur Bresing Konsentrik Tipe X Untuk Perbaikan Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Pada Struktur Eksisting Terhadap Beban Lateral Akibat Gempa*. Surakarta: Universitas Tunas Pembangunan.
- Nadia Rahma Pramesti., (2018). *Analisa perilaku bangunan tidak beraturan horizontal dengan variasi dimensi kolom terhadap gempa*. Jakarta: Universitas Negri Jakarta.
- Pamungkas, F. B. (2021). *Pengaruh Penggunaan Global Bracing Terhadap Respon Struktur Bangunan Baja Pada Gedung Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa (Impact Of Global Bracing On The Structural Multi-Story Steel Buildings Due To Earthquake Load)*. Putra, Zulfazly. 2019.

Analisis Kinerja Struktur Portal Baja yang Didesain Berdasarkan Batas Ijin Simpangan Antar Lantai Dengan Menggunakan Bresing. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Rienanda, F. E., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2019). Pengaruh Bracing Pada Bangunan Bertingkat Rangka Baja Yang Berdiri Di Atas Tanah Miring Terhadap Gempa. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6).

Santi Gloria Hutahaean, Aswandy., (2016). *Kajian Pemakaian Shear Wall dan Bracing pada Gedung Bertingkat.* Bandung: Insitut Teknologi Nasional.