

PENGARUH VARIASI POSISI *INVERTED V BRACED* CBF TERHADAP PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA 6 LANTAI DI KOTA PONTIANAK

Apra Julius Bagarak ¹⁾, Iona Violeta ²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil Universitas Panca Bhakti

*Koresponden email : aprajulius@gmail.com

Diterima : 26 Mei 2026

Disetujui : 29 Juni 2026

ABSTRACT

The most commonly encountered earthquake-resistant steel structure design in Indonesia utilizes bracing. Several commonly used earthquake-resistant steel structural systems include the Concentric Braced Frame (CBF) system. This study aims to analyze the effect of variations in the position of inverted-V CBF bracing on the structural behavior of a 6-story steel frame office building in Pontianak City. The research method involved structural modeling using ETABS 22.1 software, considering parameters such as dead load, live load, and seismic load according to SNI 1726:2019 and SNI 1727:2020. The results show that the installation of bracing significantly reduces the structure's natural period, displacement, and drift. The structural irregularity analysis indicated that all variations met the SNI 1726:2019 criteria for both horizontal and vertical irregularity. Furthermore, modal mass participation reached 100% at the 21st mode, fulfilling the requirements for dynamic analysis. The structural analysis results, particularly of the one-story bracing configuration, demonstrate its effectiveness in improving the building's seismic performance by reducing displacement and natural period. Variation 2A was assessed as the most optimal, as it provided a good structural response without requiring an excessive number of bracings. These findings can serve as a reference in the planning of earthquake-resistant structures for high-rise buildings.

Keywords: Earthquake, Bracing, Displacement, Natural Period, Drift.

ABSTRAK

Perencanaan struktur baja tahan gempa yang paling banyak dijumpai di Indonesia adalah menggunakan pengaku (*bracing*). Beberapa sistem struktur baja tahan gempa yang lazim digunakan antara lain sistem rangka *bracing* kosentrik (*Concentric Braced Frame*, CBF). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi posisi *inverted v braced* CBF terhadap perilaku struktur rangka baja gedung perkantoran 6 lantai di Kota Pontianak. Metode penelitian melibatkan pemodelan struktur menggunakan software ETABS 22.1, dengan mempertimbangkan parameter seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan *bracing* secara signifikan mengurangi periode getar struktur, *displacement* dan *drift*. Analisis ketidakberaturan struktur menunjukkan bahwa semua variasi memenuhi kriteria SNI 1726:2019 untuk ketidakberaturan horizontal dan vertikal. Selain itu, partisipasi massa ragam getar mencapai 100% pada mode ke-21, memenuhi persyaratan analisis dinamik. Hasil analisis struktur terutama *one story bracing*, efektif dalam meningkatkan kinerja seismik gedung dengan mengurangi simpangan dan periode getar. Variasi 2A dinilai paling optimal karena memberikan respons struktural yang baik tanpa memerlukan jumlah *bracing* berlebihan. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam perencanaan struktur tahan gempa untuk bangunan tinggi.

Kata Kunci: Gempa, *Bracing*, *Displacement*, Periode Getar, *Drift*.

PENDAHULUAN

Kota Pontianak sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dan bisnis di Kalimantan Barat mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini ditandai dengan meningkatnya aktivitas pembangunan, termasuk pembangunan gedung-gedung perkantoran. Gedung perkantoran modern menjadi kebutuhan penting bagi perusahaan dan organisasi untuk menjalankan kegiatan bisnis mereka secara efisien dan efektif.

Dalam merencanakan struktur gedung, baja menjadi salah satu alternatif material yang cukup diminati karena mempunyai sifat-sifat unggul yang diperlukan untuk konstruksi. Penggunaan baja sangat efektif sebagai material bangunan karena mempunyai keuntungan seperti kekuatan yang tinggi, mempunyai sifat yang mudah dibentuk, mutu yang terukur, material yang ringan, dan dapat menghasilkan struktur yang stabil dan dalam hal pelaksanaan dan pemeliharaan mudah dilakukan^[1].

Perencanaan struktur terutama untuk bangunan bertingkat sebaiknya menyertakan analisis terhadap gaya lateral gempa, mengingat gempa merupakan peristiwa alam yang tidak bisa diprediksi terutama pada negara yang mempunyai aktivitas tektonik yang tinggi seperti Indonesia^[3]. Struktur dirancang untuk menjaga stabilitas dan menahan beban, baik beban gravitasi maupun beban lateral. Perencanaan struktur yang dapat menahan beban gempa dapat dilakukan dengan penambahan dinding geser, pembesaran ukuran elemen struktur ataupun penambahan pengaku (*bracing*).

Perencanaan struktur baja tahan gempa yang paling banyak dijumpai di Indonesia adalah menggunakan pengaku (*bracing*)^[4]. Beberapa sistem struktur baja tahan gempa yang lazim digunakan antara lain sistem rangka bracing kosentrik (*Concentric Braced Frame*, CBF), sistem rangka bracing eksentrik (*Eccentric Braced Frame*, EBF), dan rangka penahan momen^[6]. Pengaku (*bracing*) yang diterapkan pada struktur bangunan baja berguna untuk meningkatkan kekakuan struktur dan meminimalisir simpangan pada bangunan akibat beban gempa. Hal ini penting, karena struktur bangunan memerlukan pengaku untuk menahan gerak geser akibat gempa^[2].

Penelitian ini akan menganalisis pengaruh variasi posisi *inverted V braced* terhadap perilaku struktur rangka baja gedung perkantoran 6 lantai di Kota Pontianak. Analisis akan mencakup studi tentang perilaku struktur berupa simpangan dan periode getar struktur. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan desain struktur gedung bertingkat yang lebih aman dan efisien di wilayah Pontianak dan sekitarnya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu eksperimental berbasis simulasi karena mengandalkan pengukuran numerik, analisis statistik, dan variabel yang terkontrol dan metode komparatif yang berfokus pada perbandingan antara struktur rangka baja dengan variasi posisi *inverted V braced*. Adapun analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan batasan data-data teknis sebagai berikut.

Data Struktur

Bangunan berlokasi di kota Pontianak dengan kondisi tanah lunak, kelas situs SE. Koordinat lokasi bangunan 0,061229823(Lintang); 109,3530718(Bujur). Struktur bangunan baja dengan fungsi bangunan adalah gedung perkantoran.

Material Struktur

Kuat Tekan Beton (f_c')	: 25 MPa
Modulus Elastisitas Beton (E)	: 23500 MPa
Berat Jenis Beton (W)	: 2400 Kg/m ³
Tegangan Leleh Baja (f_y)	: 250 MPa
Kuat Tarik Baja (f_u)	: 410 MPa
Modulus Elastisitas Baja (E)	: 200000 MPa

Parameter Desain Struktur

Panjang Bangunan	: 54,00 Meter
Lebar Bangunan	: 36,00 Meter

Tinggi Bangunan : 30,00 Meter
Profil Kolom : HB 300 X 300
Profil Balok : WF 350 x 175
Profil Bracing : UNP 200 X 80
Tebal Pelat Lantai : 120 Milimeter

Pembebanan Struktur

Beban mati sendiri (*self weight load*) Pada Gedung perkantoran yang direncanakan telah dihitung secara otomatis dengan bantuan *software* ETABS. Beban mati tambahan (*super dead load*) setiap lantai diambil sebesar $1,471 \text{ kN/m}^2$ [8]. Bangunan direncanakan dengan tinggi 5 m pada setiap lantai, dari lantai pertama sampai lantai dak. Untuk bagian keliling luar bangunan dipasang batako dengan beban tipikal batako sebesar $1,17 \text{ kN/m}^2$ [8]. Sedangkan beban hidup yang kita ambil akan disama ratakan dari lantai 1 sampai lantai 5 sebesar $4,79 \text{ kN/m}^2$ dan $0,96 \text{ kN/m}^2$ pada lantai dak [8].

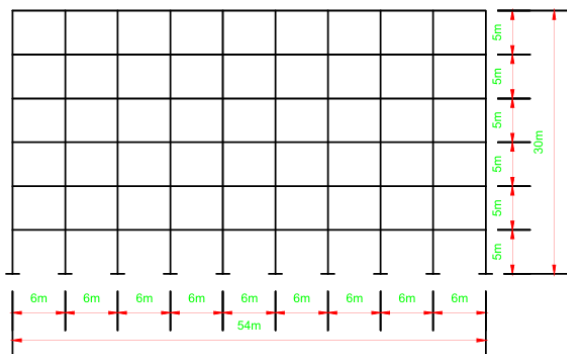
Sementara untuk beban lateral gempa, parameter gaya geser dasar seismik sesuai standar peraturan gempa SNI 1726:2019 dapat disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Gaya Geser Dasar Seismik

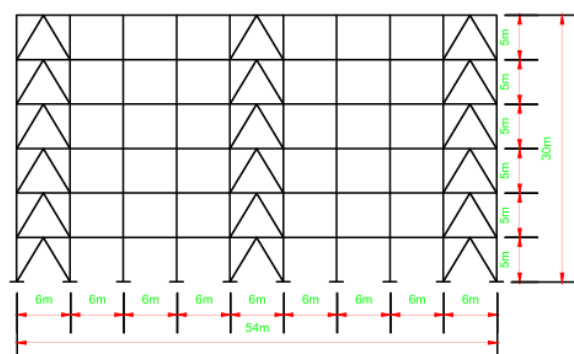
Parameter	Nilai
Kategori Resiko	II
Faktor Keutamaan(I_e)	1,0
Spektral Percepatan Terpetakan	$S_s = 0,1688$; $S_1 = 0,0499$
Kelas Situs	SE
Koefisien Kelas Situs	$F_a = 2,4$; $F_v = 4,2$
Spektral Respons Percepatan	$SD_s = 0,27$; $SD_1 = 0,14$
Kategori Desain Seismik (KDS)	C
Sistem Lateral	Rangka Baja Dengan <i>Bracing</i> Konsentrik Bisa
Koefisien Respons Seismik	
C_s	0,08308
$C_{s \text{ max}}$	0,06154
$C_{s \text{ min}}$	0,01188
C_s Terpakai	0,06154
Metode Analisis	Analisis Gaya Lateral Ekuivalen

Variasi Model Bracing

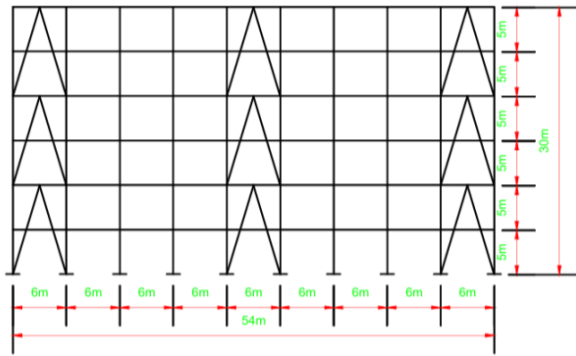
Pada penelitian ini terdapat 10 variasi yang digunakan. Variasi terletak pada posisi setiap *bracing* yang digunakan. Adapun variasi-variasi ini dapat dilihat secara detail pada Gambar 1-10 berikut.



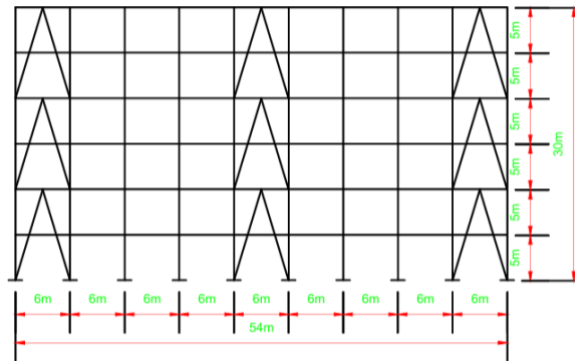
Gambar 1. Variasi 1 Tanpa *Bracing*



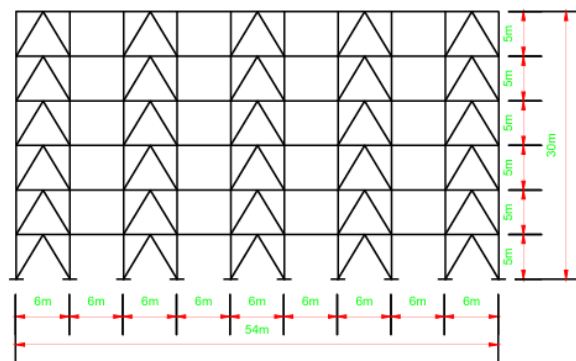
Gambar 2. Variasi 2A



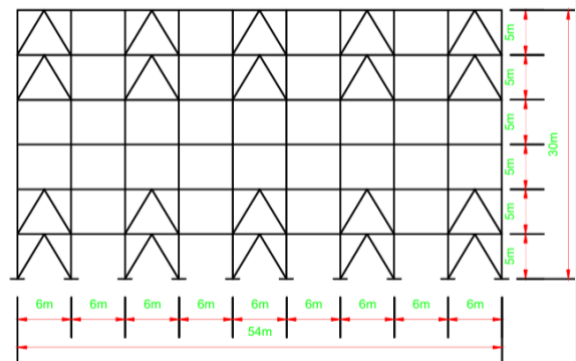
Gambar 3. Variasi 2C



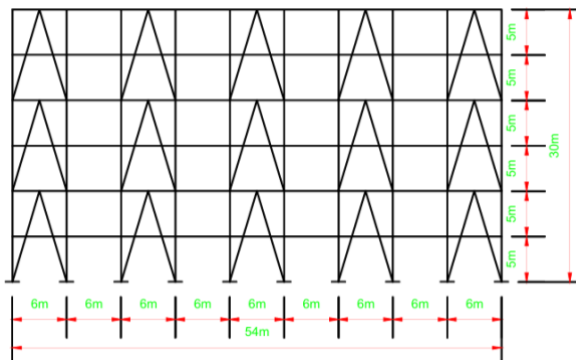
Gambar 4. Variasi 2C



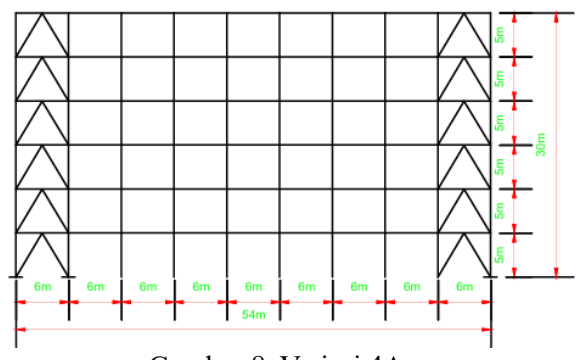
Gambar 5. Variasi 3A



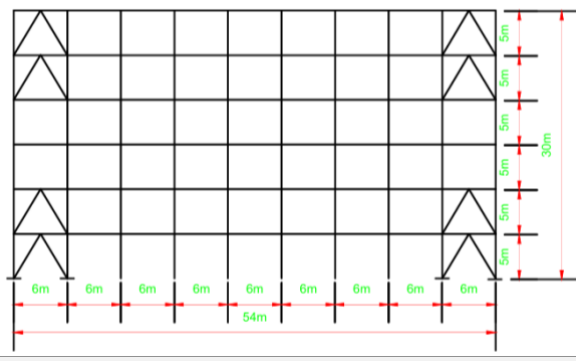
Gambar 6. Variasi 3B



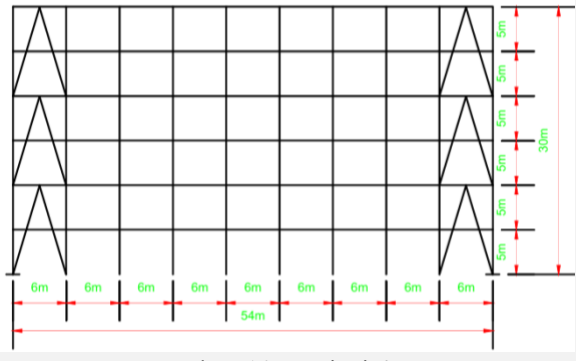
Gambar 7. Variasi 3C



Gambar 8. Variasi 4A

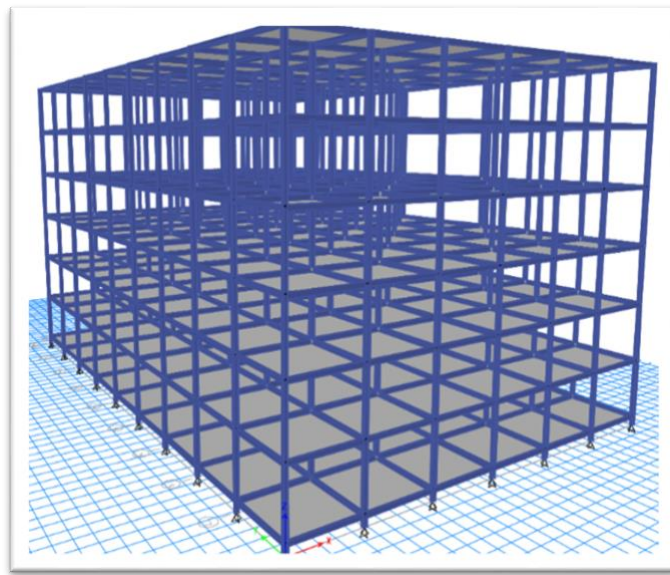


Gambar 9. Variasi 4B



Gambar 10. Variasi 4C

Berikut ini merupakan gambar Struktur Bangunan Gedung perkantoran 6 lantai dalam bentuk 3 dimensi dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Struktur Bangunan 3 Dimensi Model Variasi 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban seismik bangunan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Beban Seismik Bangunan

Lantai	Luas Total (M2)	<i>Dead Load(KN)</i>	<i>Super Dead Load(KN)</i>	<i>Live Load(KN)</i>	Berat Total(KN)
Dak	1944	6160,94	1907,064	1907,064	9975,072
6	1944	6160,944	3918,744	9311,76	19391,448
5	1944	6160,944	3918,744	9311,76	19391,448
4	1944	6160,944	3918,744	9311,76	19391,448
3	1944	6160,944	3918,744	9311,76	19391,448
2	1944	6160,944	3918,744	9311,76	19391,448
1	1944	5902,537	3918,744	9311,76	19133,041
Total					126065,358

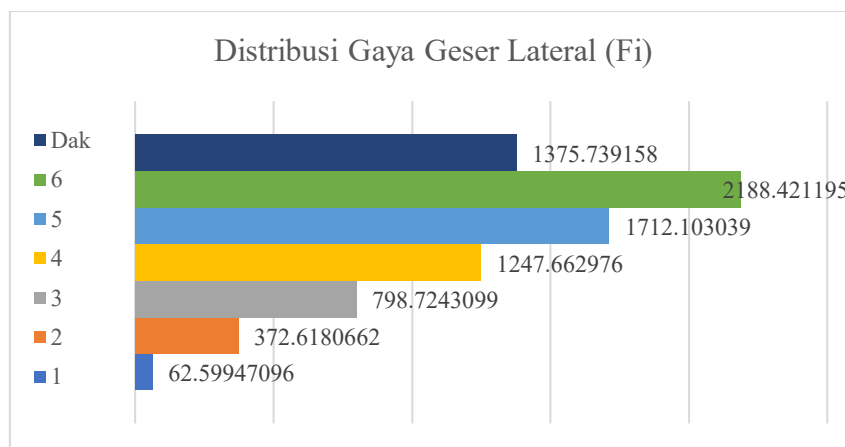
Dengan nilai C_s sebesar 0,061538, maka gaya geser dasar seismik adalah sebesar :

$V = C_s \cdot W = 0,061538 \times 126065,3585 \text{ kN} = 7757,8100 \text{ kN}$ Dengan demikian, distribusi vertikal dan horizontal gaya gempa dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

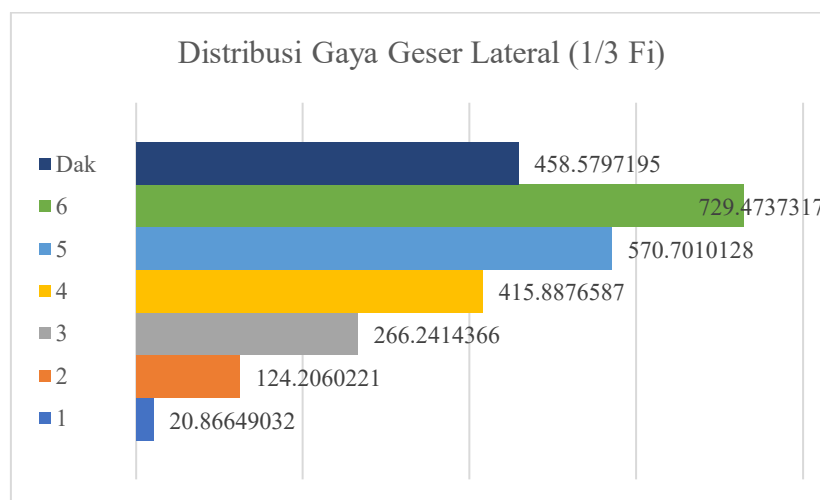
Tabel 3. Distribusi Vertikal dan Horizontal Beban Gempa

Lantai	Berat (KN)	Tinggi (M)	h^k	$w.h^k$	C_{vx}	F_i	$1/3 F_i$	v_i
Dak	9975,072	30	42,153	420483,98	0,177	1375,739	458,579	1375,739
6	19391,448	25	34,493	668873,93	0,282	2188,421	729,473	3564,160
5	19391,448	20	26,985	523290,99	0,220	1712,103	570,701	5276,263
4	19391,448	15	19,665	381338,49	0,160	1247,663	415,887	6523,926
3	19391,448	10	12,589	244123,88	0,102	798,724	266,241	7322,650
2	19391,448	5	5,873	113887,82	0,048	372,618	124,206	7695,268
1	19133,041	1	1	19133,042	0,008	62,599	20,866	7757,868
Total				2371132,1				

Adapun distribusi gaya lateral (F_i) dan ($\frac{1}{3}F_i$) yang disajikan secara grafis pada gambar 12 dan 13 sebagai berikut.

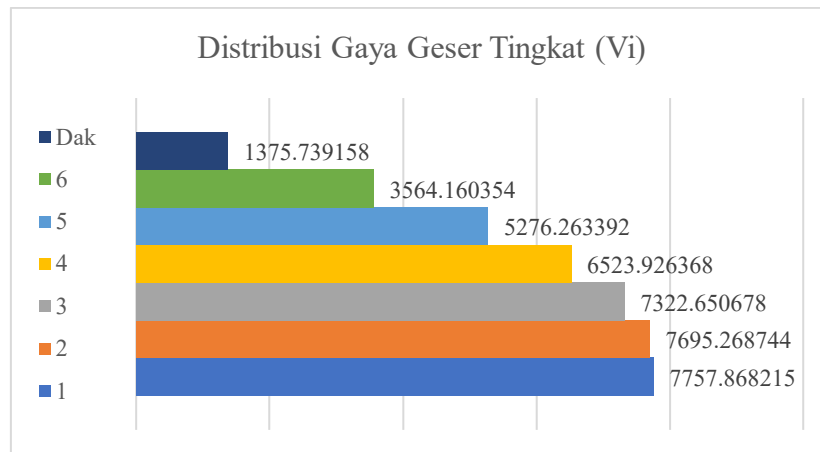


Gambar 12. Distribusi Gaya Lateral (F_i)



Gambar 13. Distribusi Gaya Lateral ($\frac{1}{3}F_i$)

Adapun diagram distribusi gaya geser tingkat (V_i) disajikan secara grafis pada Gambar 14 sebagai berikut.



Gambar 14. Distribusi Gaya Geser Tingkat Pada Bangunan (V_i)

Gaya gempa rencana yang diterapkan pada struktur gedung dalam analisis yang dilakukan ini dibuat berdasarkan SNI 03-1726-2019 Pasal 5.8.2, dimana pengaruh beban gempa dalam arah utama dihitung sebesar 100% dan pengaruh gempa dalam arah tegak lurus arah utama dihitung sebesar 30% dan terjadi bersamaan.

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi dari ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Ketidakberaturan Horizontal

Tipe	Status
1a	Beraturan
1b	Beraturan
2	Beraturan
3	Beraturan
4	Beraturan
5	Beraturan

Tabel 5. Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal

Tipe	Status
1a	Beraturan
1b	Beraturan
2	Beraturan
3	Beraturan
4	Beraturan
5a	Beraturan
5b	Beraturan

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 struktur ini tidak termasuk dalam kategori ketidakberaturan horizontal dan vertikal.

Modal Participating Mass Ratios dari setiap variasi dapat kita lihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi *Modal Participating Mass Ratios*

Variasi	Mode	Sum UX	Sum UY	Status >90%
1	21	100%	100%	Ok
2A	21	100%	100%	Ok
2B	21	100%	100%	Ok
2C	21	100%	100%	Ok
3A	21	100%	100%	Ok
3B	21	100%	100%	Ok
3C	21	100%	100%	Ok
4A	21	100%	100%	Ok
4B	21	100%	100%	Ok
4C	21	100%	100%	Ok

Berdasarkan Tabel 6 struktur Gedung dari semua Variasi telah mencapai 100% pada arah X dan Y pada modal ke-21.

Hasil analisis periode getar masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Periode Getar Mode 1 dan 2 Pada Masing-Masing Variasi

Variasi	Period(sec)	
	Mode 1	Mode 2
1	2,739	2,119
2A	2,118	1,369
2B	2,118	1,895
2C	2,117	1,705
3A	2,120	1,120
3B	2,119	1,805
3C	2,119	1,437
4A	2,112	1,586
4B	2,122	2,005
4C	2,117	1,911

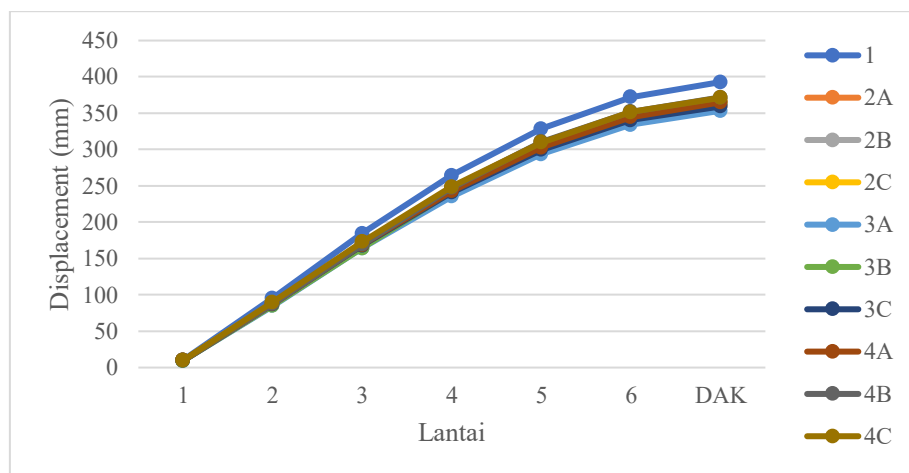
Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa gedung tanpa *bracing* (Variasi 1) memiliki periode getar tertinggi, yaitu 2,739 detik pada mode 1 dan 2,119 detik pada mode 2, yang menunjukkan bahwa struktur ini paling fleksibel. Pemasangan *bracing* terbukti secara signifikan mengurangi periode getar struktur. Variasi 2A (*one story bracing*) menjadi konfigurasi yang paling efektif dan optimal karena berhasil mengurangi periode getar hingga 1,369 detik pada mode 2 tanpa memerlukan jumlah *bracing* yang berlebihan. Meskipun Variasi 3A mencapai periode getar terkecil secara keseluruhan yaitu 1,120 detik, perbedaannya dengan Variasi 2A tidak signifikan, hanya 0,249 detik. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi dengan *bracing* minimal yang dipasang secara tepat, seperti *one story bracing* pada Variasi 2A, sangat efektif dan efisien dalam mengendalikan periode getar struktur.

Nilai simpangan struktur yang diperoleh akibat gaya lateral seismik arah X dan Y dapat dilihat pada Tabel 8-11 sebagai berikut.

Tabel 8. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah X Terhadap X

STORY	MAXIMUM DISPLACEMENT (mm)
-------	---------------------------

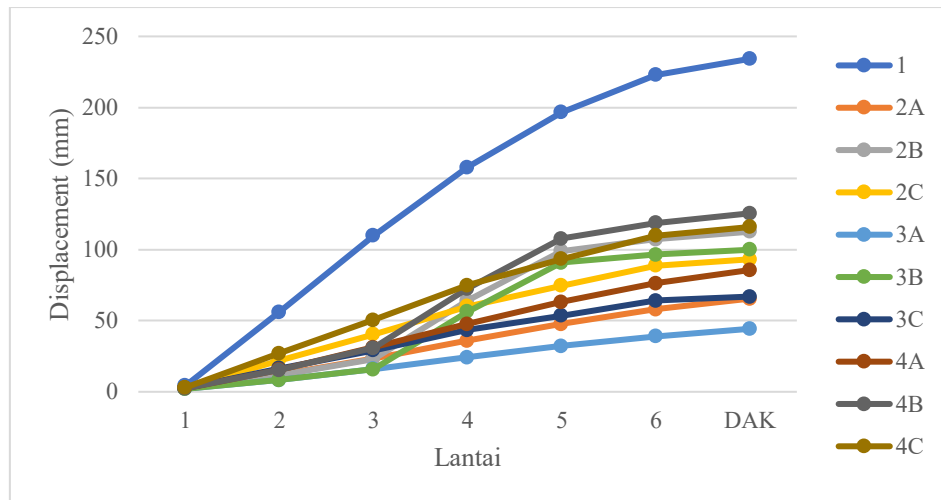
	VARIASI									
	1	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C
Dak	392,871	359,567	367,837	366,08	353,375	363,54	359,284	364,991	371,752	371,192
6	372,422	339,618	348,485	346,831	333,984	344,659	340,479	344,677	352,055	351,637
5	328,748	298,713	307,921	305,349	293,944	304,908	299,773	303,099	310,828	309,631
4	264,339	239,367	244,64	245,274	235,686	241,84	240,864	242,828	247,345	248,679
3	184,582	166,642	166,914	170,909	164,182	164,398	167,872	169,009	169,325	173,274
2	95,712	86,381	86,443	88,926	85,162	85,21	87,422	87,57	87,647	90,07
1	10,219	9,511	9,534	9,717	9,42	9,445	9,61	9,599	9,621	9,798



Gambar 15. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah X Terhadap X

Tabel 9. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah X Terhadap Y

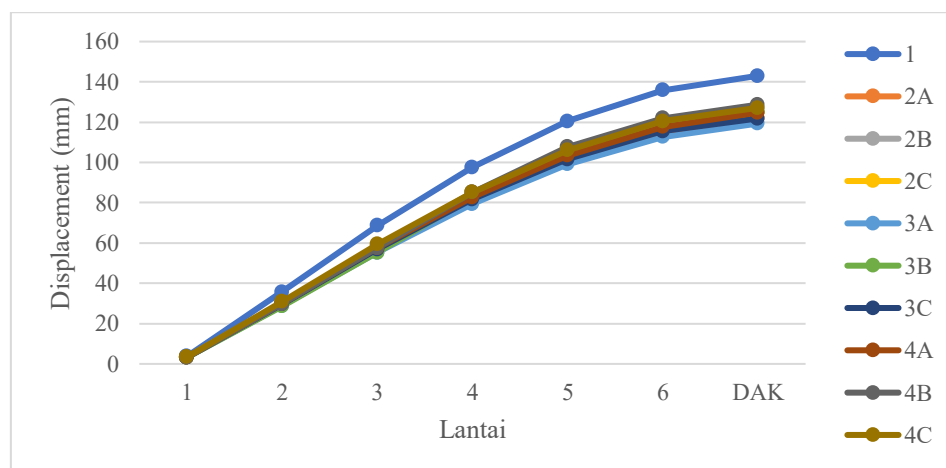
STORY	MAXIMUM DISPLACEMENT (mm)									
	VARIASI									
	1	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C
Dak	234,217	65,534	112,624	93,211	44,321	99,916	66,975	85,677	125,55	115,903
6	222,848	57,943	107,384	88,68	39,097	96,469	64,121	76,211	118,786	109,954
5	196,652	47,77	99	74,762	32,209	90,908	53,616	63,144	107,781	93,438
4	157,85	35,945	64,23	60,242	24,277	56,462	43,53	47,698	72,526	75,016
3	109,848	23,563	23,098	40,42	16,04	15,729	29,123	31,302	30,754	50,579
2	56,061	11,944	11,763	22,127	8,396	8,271	16,458	15,668	15,442	27,157
1	4,232	2,269	2,285	2,769	2,101	2,122	2,508	2,444	2,455	2,996



Gambar 16. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah X Terhadap Y

Tabel 10. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah Y Terhadap X

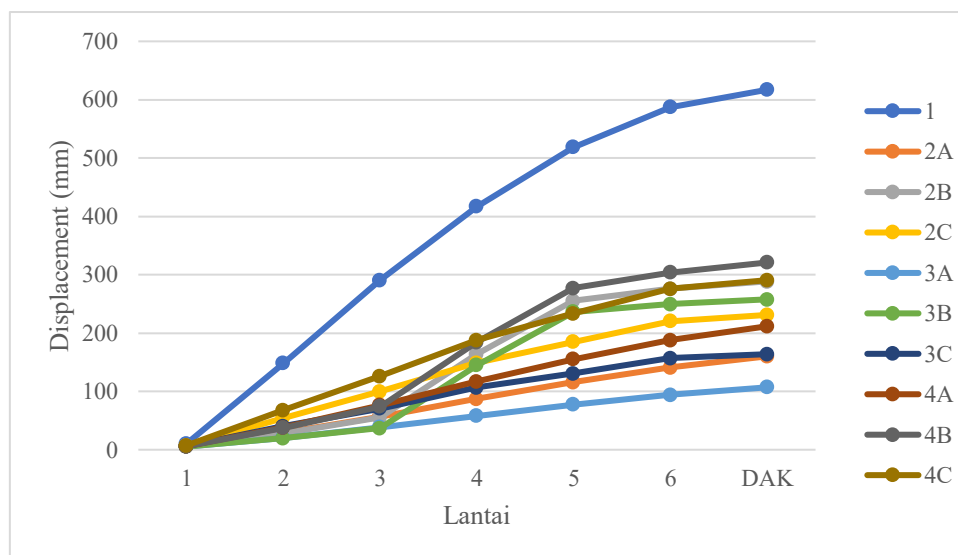
STORY	MAXIMUM DISPLACEMENT (mm)									
	VARIASI									
	1	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C
Dak	143,026	122,161	126,87	124,775	119,317	124,964	121,843	124,774	128,711	127,126
6	135,888	115,275	120,242	118,222	112,684	118,548	115,475	117,717	121,925	120,431
5	120,523	101,298	106,377	104,046	99,102	105,056	101,623	103,423	107,75	106,017
4	97,549	81,104	83,973	83,598	79,408	82,74	81,666	82,789	85,256	85,178
3	68,592	56,425	56,357	58,252	55,294	55,241	56,907	57,579	57,502	59,383
2	35,685	29,267	29,169	30,271	28,708	28,631	29,628	29,846	29,735	30,881
1	3,721	3,277	3,269	3,317	3,239	3,233	3,273	3,317	3,308	3,359



Gambar 17. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah Y Terhadap X

Tabel 11. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah Y Terhadap Y

STORY	MAXIMUM DISPLACEMENT (mm)									
	VARIASI									
	1	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C
Dak	617,034	160,102	288,591	231,061	106,975	257,783	163,744	211,612	320,933	290,627
6	587,55	141,129	275,679	220,136	94,149	249,442	157,101	187,619	304,023	275,959
5	518,875	116,017	255,361	184,871	77,409	236,208	130,77	154,956	276,949	233,772
4	416,913	87,044	163,716	149,196	58,252	145,161	106,434	116,654	184,187	187,863
3	290,465	56,911	54,953	99,727	38,475	37,098	70,902	76,284	73,982	126,305
2	148,194	28,861	28,125	54,719	20,249	19,726	40,242	38,107	37,201	67,993
1	10,586	5,74	5,736	6,82	5,387	5,396	6,216	6,117	6,103	7,372



Gambar 18. Simpangan Maksimum Akibat Beban Gempa Arah Y Terhadap Y

Berdasarkan Tabel 8-11, dapat dilihat bahwa Variasi 1 menghasilkan nilai simpangan terbesar, baik pada arah-X maupun arah-Y. Hal ini membuktikan bahwa pemasangan *bracing* sangat berpengaruh dalam mengurangi simpangan struktur. Untuk berbagai variasi *bracing*, perbedaan nilai simpangan tidak signifikan, baik pada arah-X maupun arah-Y. Simpangan terbesar akibat beban gempa arah-X terhadap sumbu-X terjadi pada Variasi 4C (*two story bracing*) sebesar 371,192 mm, sedangkan simpangan terkecil terjadi pada Variasi 3A (*one story bracing*) sebesar 353,375 mm. Pola yang sama terlihat pada arah-Y, di mana Variasi 4C menghasilkan simpangan terbesar (115,903 mm) dan Variasi 3A menghasilkan simpangan terkecil (44,321 mm). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi *one story bracing* lebih efektif dalam mengurangi simpangan dibandingkan *two story bracing*. Nilai simpangan terkecil pada Variasi 3A didukung oleh penggunaan *bracing* yang lebih banyak. Namun, jika dibandingkan dengan Variasi 2A (yang juga menggunakan *one story bracing* tetapi dengan jumlah lebih sedikit), perbedaan simpangan yang dihasilkan relatif kecil, yaitu 6,192 mm pada arah-X dan 21,213 mm pada arah-Y. Hal ini menunjukkan bahwa Variasi 2A dengan konfigurasi *bracing* yang lebih efisien sudah cukup efektif dalam menahan simpangan akibat beban gempa.

Tabel berikut menyajikan hasil pengecekan simpangan antar tingkat (*drift*) untuk masing-masing variasi.

Tabel 12. Rekapitulasi Nilai *Drift* pada setiap Variasi

Lantai	Variasi 1				Variasi 2A				Variasi 2B				Variasi 2C				Variasi 3A			
	<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>			
	X		Y		X		Y		X		Y		X		Y		X		Y	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
DAK	20,449	11,369	7,138	29,484	19,949	7,591	6,886	18,973	19,352	5,240	6,628	12,912	19,249	4,531	6,553	10,925	19,391	5,224	6,633	12,826
6	43,674	26,196	15,365	68,675	40,905	10,173	13,977	25,112	40,564	8,384	13,865	20,318	41,482	13,918	14,176	35,265	40,040	6,888	13,582	16,74
5	64,409	38,802	22,974	101,962	59,346	11,825	20,194	28,973	63,281	34,770	22,404	91,645	60,075	14,520	20,448	35,675	58,258	7,932	19,694	19,157
4	79,757	48,002	28,957	126,448	72,725	12,382	24,679	30,133	77,726	41,132	27,616	108,763	74,365	19,822	25,346	49,469	71,504	8,237	24,114	19,777
3	88,870	53,787	32,907	142,271	80,261	11,619	27,158	28,05	80,471	11,335	27,188	26,828	81,983	18,293	27,981	45,008	79,020	7,644	26,586	18,226
2	85,493	51,829	31,964	137,608	76,870	9,675	25,990	23,121	76,909	9,478	25,900	22,389	79,209	19,358	26,954	47,899	75,742	6,295	25,469	14,862
1	10,219	4,232	3,721	10,586	9,511	2,269	3,277	5,74	9,534	2,285	3,269	5,736	9,717	2,769	3,317	6,82	9,420	2,101	3,239	5,387

Lantai	Variasi 3B				Variasi 3C				Variasi 4A				Variasi 4B				Variasi 4C			
	<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>				<i>Drift (mm)</i>			
	X		Y		X		Y		X		Y		X		Y		X		Y	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
DAK	18,881	3,447	6,416	8,341	18,805	2,854	6,368	6,643	20,314	9,466	7,057	23,993	19,697	6,764	6,786	16,91	19,555	5,949	6,695	14,668
6	39,751	5,561	13,492	13,234	40,706	10,505	13,852	26,331	41,578	13,067	14,294	32,663	41,227	11,005	14,175	27,074	42,006	16,516	14,414	42,187
5	63,068	34,446	22,316	91,047	58,909	10,086	19,957	24,336	60,271	15,446	20,634	38,302	63,483	35,255	22,494	92,762	60,952	18,422	20,839	45,909
4	77,442	40,733	27,499	108,063	72,992	14,407	24,759	35,532	73,819	16,396	25,210	40,37	78,020	41,772	27,754	110,205	75,405	24,437	25,795	61,558
3	79,188	7,458	26,610	17,372	80,450	12,665	27,279	30,66	81,439	15,634	27,733	38,177	81,678	15,312	27,767	36,781	83,204	23,422	28,502	58,312
2	75,765	6,149	25,398	14,33	77,812	13,950	26,355	34,026	77,971	13,224	26,529	32,235	78,026	12,987	26,427	31,098	80,272	24,161	27,522	60,621
1	9,445	2,122	3,233	5,396	9,610	2,508	3,273	6,216	9,599	2,444	3,317	5,872	9,621	2,455	3,308	6,103	9,798	2,996	3,359	7,372

Berdasarkan Tabel 12 dapat disimpulkan bahwa semua variasi struktur memenuhi batas *drift* yang diizinkan. Variasi tanpa *bracing* (Variasi 1) menunjukkan nilai *drift* tertinggi, mencapai 142,271 mm, yang mengonfirmasi bahwa struktur tanpa *bracing* bersifat lebih fleksibel dan rentan terhadap deformasi bawah beban lateral. Pemasangan *bracing* secara signifikan mengurangi nilai *drift*, dengan Variasi 3A mencatatkan nilai terkecil (8,327 mm) berkat konfigurasi *one story bracing* yang efektif dan jumlah *bracing* yang lebih banyak. Namun, yang patut dicatat adalah performa Variasi 2A yang hanya menggunakan sedikit *bracing* namun tetap menghasilkan nilai *drift* yang optimal (12,382 mm), tidak jauh berbeda dengan Variasi 3A. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi konfigurasi dan penempatan *bracing* lebih penting daripada sekadar menambah jumlah *bracing* secara berlebihan.

KESIMPULAN

Analisis menunjukkan bahwa setiap variasi *inverted V-braced* CBF berpengaruh signifikan terhadap respons seismik gedung. Variasi tanpa *bracing* (Variasi 1) menunjukkan kinerja terburuk dengan periode getar tertinggi (2.739 detik) dan simpangan terbesar (617 mm), menandakan fleksibilitas tinggi dan stabilitas yang rendah. Pemasangan *bracing* berhasil meningkatkan kekakuan struktur secara keseluruhan. Variasi 3A dengan *bracing* terbanyak menghasilkan performa terbaik dengan periode getar terendah (1.120 detik) dan simpangan minimal (106 mm). Namun, Variasi 2A yang menggunakan lebih sedikit *bracing* menunjukkan efisiensi optimal dengan periode getar 1.369 detik dan simpangan 65 mm, yang hanya berbeda tipis dari Variasi 3A (selisih 6-20 mm untuk simpangan dan 0.249 detik untuk periode getar). Berdasarkan pertimbangan efisiensi dan efektivitas, Variasi 2A dinilai sebagai konfigurasi paling optimal untuk menahan gaya gempa karena memberikan performa yang mendekati variasi dengan *bracing* lebih banyak namun dengan penggunaan material yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alvianto, B. (2016). *Studi Alternatif Perencanaan Gedung Bertingkat Tinggi Dengan Menggunakan Bresing sebagai Penahan Gaya Lateral Gempa Pada Hotel Aria Central-Surabaya* (Doctoral dissertation, ITN Malang)
- [2] Panjaitan, A., Khatulistiani, U., & Machmoed, S. P. (2018). Perbandingan Bresing X-1 dan X-2 Pada Gedung Struktur Baja Ditinjau Dari Nilai Drift. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 6(1), 1-8.
- [3] Pradhana, A. N. A. A., Sukrawa, M., & Giri, I. B. D. (2015). Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Bresing Eksentris V-Terbalik dengan L/H Bervariasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 19(1).
- [4] Samudra, M. (2024). *Pengaruh Konfigurasi dan Posisi Bresing Eksentris Type-V dan Split-k Terhadap Perilaku Bangunan Struktur Baja Akibat Gaya Gempa* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [5] Semadi, I. D. G. A. (2016). *Perbandingan Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Baja dengan Sistem Bresing Konsentrik Tipe-X dan Sistem Bresing Eksentrik V-Terbalik*.
- [6] Sitanggang, L. A. (2023). *Analisis Struktur Rangka Baja Pada Proyek Pembangunan PMKS PT. Kutai Sawit Mandiri* (Doctoral Dissertation, Universitas Medan Area).
- [7] SNI1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- [8] SNI1727:2020.Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [9] SNI1729:2020.Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [10] Susilowati, Bernadetta Devina. 2020. *Perancangan Ulang Struktur Atas Apartemen 15 Lantai Dengan Bracing Baja Konsentris Inverted V*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.