

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

Nargis Aupa Bachsin¹⁾, Iona Violeta²⁾, Yufiansyah³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Panca Bhakti Pontianak, Indonesia

*Koresponden email: bachsinnargis@gmail.com

Diterima: 2 Juni 2025

Disetujui: 29 Juni 2025

ABSTRACT

Indonesia is an earthquake-prone region, thus building structures must be designed to withstand seismic forces. One way to strengthen a structure is by using a Concentrically Braced Frame (CBF) system with various bracing position configurations. This study aims to analyze the influence of diagonal bracing position variations on the natural period, maximum displacement, and inter-story drift of a six-story steel structure using ETABS version 22 software.

The results show that the structure without bracing produces the highest values for period, displacement, and drift. The direction of bracing installation does not significantly affect the results, as seen in variations 1A–1B, 2A–2B, and 3A–3B, which yield nearly identical outcomes. Discontinuous bracing configurations, such as in 2C–2D and 3C–3D, result in higher drift values. Variations 4A–4B provide better results than 4C–4D due to more uniform bracing distribution.

Variation 2A produces the best results, with a period of 2.362 seconds (mode 1) and 1.339 seconds (mode 2), a maximum displacement of 111.81 mm, and drift values of 102.409 mm (X) and 34.139 mm (Y). However, variation 4A is more efficient, with nearly equivalent performance: a period of 2.362 seconds (mode 1) and 1.473 seconds (mode 2), a maximum displacement of 135.41 mm, and drift values of 102.39 mm (X) and 34.14 mm (Y).

Keywords: *Bracing, Earthquake, Period, Displacement, Drift*

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa, sehingga struktur bangunan harus dirancang tahan terhadap gaya gempa. Salah satu cara memperkuat struktur adalah menggunakan sistem *Concentrically Braced Frame* (CBF) dengan berbagai variasi posisi *bracing*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi posisi diagonal *bracing* terhadap periode getar, simpangan maksimum, dan simpangan antar tingkat (*drift*) pada struktur baja 6 lantai menggunakan perangkat lunak ETABS versi 22.

Hasil menunjukkan bahwa struktur tanpa *bracing* menghasilkan nilai periode, simpangan, dan *drift* terbesar. Arah pemasangan *bracing* tidak memengaruhi hasil secara signifikan, seperti terlihat pada variasi 1A–1B, 2A–2B, dan 3A–3B yang memiliki hasil hampir identik. *Bracing* yang tidak menyambung seperti pada 2C–2D dan 3C–3D menghasilkan *drift* lebih besar. Variasi 4A–4B memberikan hasil lebih baik dibanding 4C–4D karena distribusi *bracing* lebih merata.

Variasi 2A memberikan hasil terbaik, dengan periode 2,362 detik (mode 1) dan 1,339 detik (mode 2), simpangan maksimum 111,81 mm, dan *drift* 102,409 mm (X) dan 34,139 mm (Y). Namun, variasi 4A lebih efisien, dengan hasil yang hampir setara: periode 2,362 detik (mode 1) dan 1,473 detik (mode 2), simpangan maksimum 135,41 mm, dan *drift* 102,39 mm (X) dan 34,14 mm (Y).

Kata Kunci: *Bracing, Gempa, Periode getar, Simpangan, Simpangan antar tingkat*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rawan gempa bumi, sehingga perencanaan struktur bangunan tahan gempa menjadi hal yang sangat penting. Salah satu sistem struktur yang umum digunakan dalam memperkuat bangunan terhadap gaya lateral adalah *Concentrically Braced Frame* (CBF). Sistem ini mampu memberikan kekakuan dan kekuatan tambahan melalui penggunaan elemen *bracing* yang dipasang secara konsentris pada rangka baja. Penggunaan sistem *bracing* jenis ini telah banyak diterapkan di berbagai desain struktur untuk menekan simpangan lateral akibat beban gempa [Octavianus, 2016].

Konfigurasi dan posisi diagonal *bracing* dalam sistem CBF memiliki pengaruh signifikan terhadap respon struktur. Variasi seperti diagonal *braced*, V *braced* dan X *braced* diketahui mampu memengaruhi distribusi gaya dalam struktur, deformasi, dan kestabilan global bangunan. Beberapa studi menunjukkan bahwa penempatan *bracing* yang tepat dapat mengurangi perpindahan lateral dan meningkatkan performa struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemilihan konfigurasi *bracing* yang optimal menjadi aspek penting dalam perencanaan struktur tahan gempa [Manope & Manalip, 2019].

Kota Pontianak, meskipun bukan daerah dengan aktivitas seismik tinggi, tetap memiliki risiko gempa yang harus diantisipasi dalam desain struktur bangunan. Untuk itu, perlu dilakukan kajian mengenai variasi konfigurasi diagonal *bracing* pada struktur baja bertingkat menengah, guna memperoleh desain yang paling efisien dan aman digunakan di kota tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konfigurasi posisi diagonal *bracing* pada sistem CBF terhadap periode getar, simpangan maksimum, dan drift struktur baja enam lantai di kota Pontianak. Dengan fokus pada aspek kekakuan dan stabilitas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan desain struktur baja yang sesuai kondisi lokal serta mendukung penerapan standar teknis yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental berbasis simulasi. Eksperimen dilakukan secara virtual dengan memodelkan struktur menggunakan perangkat lunak analisis struktural seperti ETABS, guna mengevaluasi dampak variasi konfigurasi *bracing* terhadap perilaku struktur rangka baja enam lantai di kota Pontianak.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Model struktur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan Gedung baja enam lantai dengan fungsi hotel, berlokasi di Kota Pontianak dengan titik koordinat -0,03812 (lintang) dan 109,34322 (bujur). Total tinggi bangunan adalah 32 m, dengan tinggi lantai pertama 7 m dan tinggi lantai kedua hingga keenam masing-masing 5 m. Dimensi bangunan memiliki panjang 54 m dan lebar 36 m, sedangkan profil utama yang digunakan adalah kolom HB 300 x 300 dan balok WF 350 x 175 dan *bracing* UNP 200 x 80. Pelat lantai menggunakan beton dengan tebal 120 mm, dan kondisi tanah diasumsikan tanah lunak.

Material Struktur

Tegangan leleh baja (f_y)	: 410 MPa
Modulus elastisitas baja (E)	: 200.000 MPa
Berat jenis baja	: 7850 kg/m ³
Kuat tekan beton (f_c')	: 25 MPa

Pembebanan Struktur

Beban mati (*dead load*) diperoleh dari material struktur baja, yang dikalkulasikan secara otomatis dengan bantuan ETABS. Beban mati tambahan (*super dead load*) merujuk pada ketentuan SNI 1727-2020. Nilai beban mati tambahan yang digunakan untuk setiap lantai secara tipikal sebesar 1,472 kN/m². Bagian luar bangunan menggunakan dinding batako yang dipasang mengelilingi struktur,

dengan beban batako tipikal sebesar $1,17 \text{ kN/m}^2$. Sedangkan beban hidup (*live load*) mengikuti standar pembebanan hotel sesuai SNI 1727:2020 seperti disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Beban Hidup yang Diaplikasikan pada Struktur

Hunian atau Penggunaan	Merata $L_0 \text{ kN/m}^2$
Hotel (lihat rumah tinggal)	
Rumah tinggal	
Semua hunian rumah tinggal lainnya	
Ruang pribadi dan koridor	40 (1,92)
Ruang publik	100 (4,79)
Koridor ruang publik	100 (4,79)

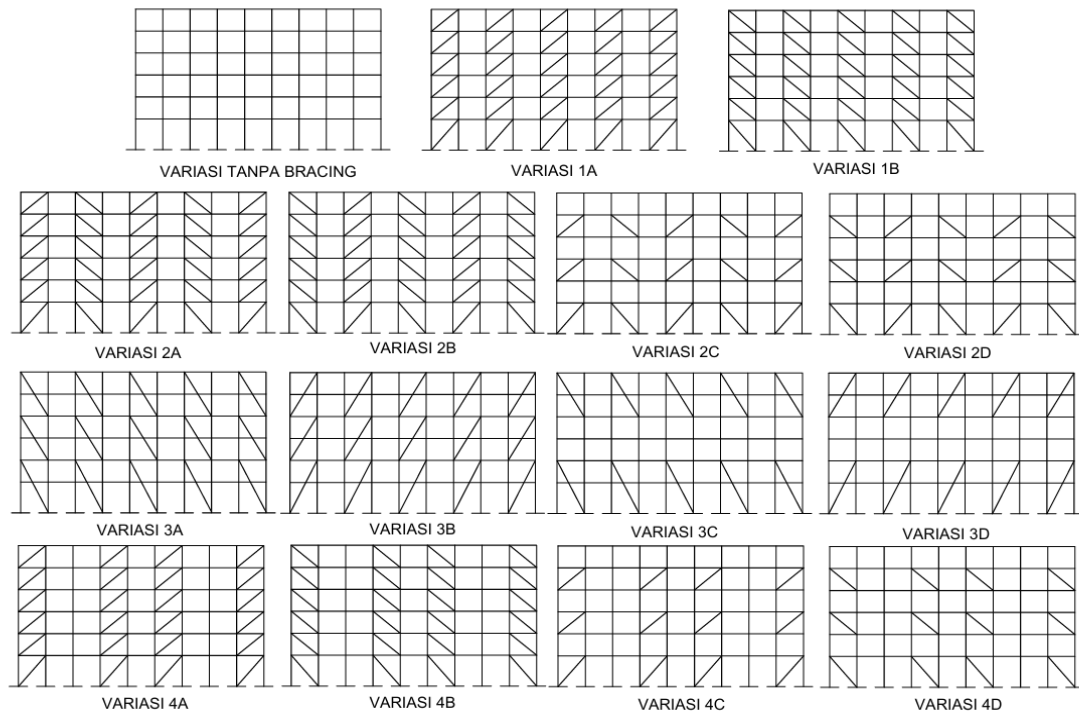
Sumber: SNI 1727:2020

Sementara untuk beban lateral gempa, parameter gaya geser dasar seismik sesuai standar peraturan gempa SNI 1726:2019 sebagai berikut:

Parameter	nilai
Kategori Resiko	II
Faktor Keutamaan	1,0
Spektral Percepatan Terpetakan	$S_s = 0,1641$; $S_1 = 0,0505$
Kelas Situs	SE
Koefisien Kelas Situs	$F_a = 2,4$; $F_v = 4,2$
Spektral Respon Percepatan	$S_{DS} = 0,2625$; $S_{D1} = 0,1414$
Kategori Desain Seismik (KDS)	C
Sistem Pemikul Gaya Seismik	Rangka Baja dengan besing konsentrik biasa
Koefisien Respon Seismik	
$C_s = S_{DS} / (R/I_e)$	$C_s = 0,08$
$C_s^{\max} = S_{D1} / (T_a(R/I_e))$	$C_s^{\max} = 0,062$
$C_s^{\min} = 0,044(S_{DS}) (I_e)$	$C_s^{\min} = 0,011$
C_s Terpakai	$C_s = 0,062$ (terpakai)
Metode Analisis	Analisa Gaya Lateral Ekuivalen

Variasi Model Struktur

Pada penelitian analisis ini terdapat 15 variasi yang dilakukan. Variasi terletak pada pemasangan *bracing*, pemasangan *bracing* hanya terletak di arah memanjang bangunan. Adapun variasi-variasi ini dapat dilihat secara detail pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Variasi Pemasangan Bracing

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban seismik bangunan disajikan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Berat Seismik Bangunan

Lantai	Luas total (m ²)	DL (kN)	SDL (kN)	LL (kN)	Berat Total W (kN)
Dak	1944	6160,9448	1907,064	1907,06	9975,0728
6	1944	6160,9448	3918,744	3732,48	13812,1688
5	1944	6160,9448	3918,744	3732,48	13812,1688
4	1944	6160,9448	3918,744	3732,48	13812,1688
3	1944	6160,9448	3918,744	3732,48	13812,1688
2	1944	6290,1483	3918,744	3732,48	13941,3723
1	1944	5902,5377	4342,464	3732,48	13977,4817
TOTAL					93142,602

Dengan nilai C_s sebesar 0,062, maka gaya geser dasar seismik adalah sebesar

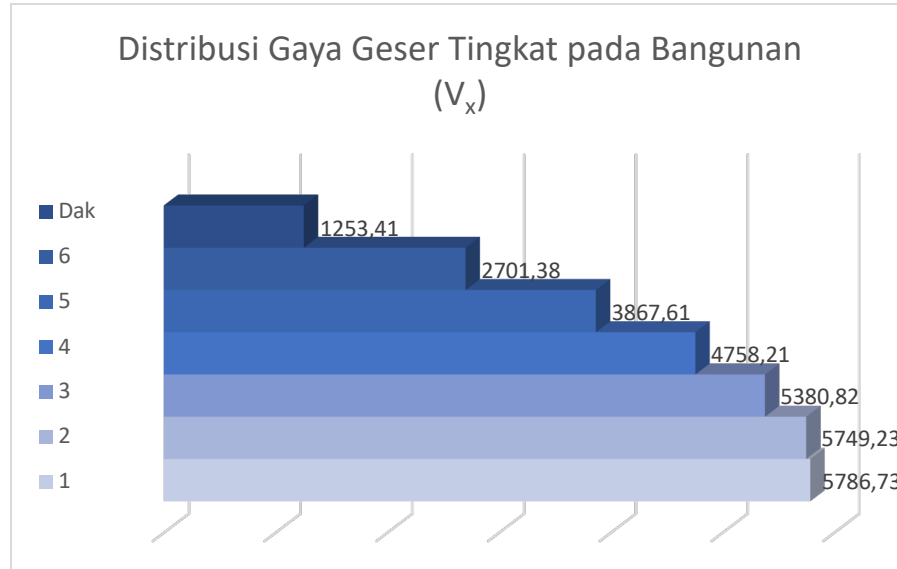
$$V = C_s \cdot W = 0,062 \times 93142,602 \text{ kN} = 5789,17 \text{ kN}$$

Dengan demikian, distribusi vertikal dan horizontal gaya gempa dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Distribusi Vertikal dan Horizontal Beban Gempa

Lantai	Berat (W_x) kN	Tinggi (h) m	F_i kN	$1/3 F_i$ kN	V_i kN
Dak	9975,0728	5	1253,41	417,80	1253,41
6	13806,0488	5	1447,96	482,65	2701,38
5	13806,0488	5	1166,23	388,74	2867,61
4	13806,0488	5	890,60	296,86	4758,21
3	13806,0488	5	622,61	207,53	5380,82
2	13935,2523	7	368,40	122,80	5749,23
1	13968,8417	1	37,49	12,49	5786,73

Gaya geser tingkat desain disajikan secara grafis pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Distribusi Gaya Geser Tingkat pada Bangunan

Gaya gempa rencana yang digunakan dalam analisis struktur gedung ini diterapkan berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 5.8.2, dimana pengaruh gempa pada arah utama diperhitungkan sebesar 100%, sedangkan pada arah tegak lurus utama diperhitungkan sebesar 30%, dengan keduanya dianggap terjadi secara bersamaan.

Adapun hasil analisis periode getar masing-masing variasi dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

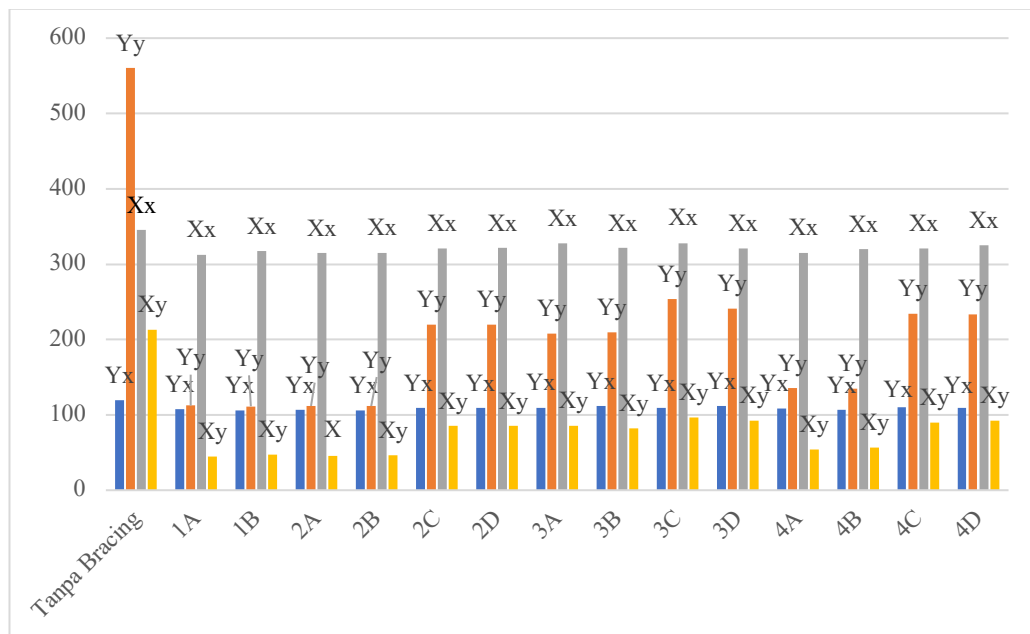
Tabel 4. Periode Struktur		
Variasi	Periode (s)	
	Mode 1	Mode 2
Tanpa <i>Bracing</i>	3,234	2,359
1A	2,363	1,34
1B	2,363	1,34
2A	2,362	1,339
2B	2,362	1,339
2C	2,36	1,934
2D	2,36	1,934
3A	2,36	1,894
3B	2,36	1,894
3C	2,36	2,04
3D	2,36	2,04
4A	2,362	1,473
4B	2,362	1,473
4C	2,36	1,994
4D	2,36	1,994

Periode struktur tanpa *bracing* memiliki periode lebih besar dibandingkan struktur dengan *bracing*, yang menunjukkan bahwa *bracing* berkontribusi signifikan dalam meningkatkan kekakuan dan menurunkan periode getar. Perbedaan orientasi diagonal *bracing* pada konfigurasi identik (misalnya 1A-1B, 2A-2B, 3A-3B, 4A-4B) tidak berpengaruh signifikan terhadap periode. Secara umum semakin banyak dan merata distribusi *bracing*, semakin kecil periode getar struktur, sebagaimana terlihat pada *two-story* (3A-3B) dan variasi dengan kerapatan *bracing* tinggi (4A-4B). Temuan ini menegaskan bahwa konfigurasi dan kerapatan *bracing* berperan penting dalam meningkatkan kekakuan lateral struktur.

Simpangan pada setiap variasi gaya lateral seismik dapat dilihat pada tabel 5. Nilai tersebut mencakup simpangan akibat gaya gempa arah X terhadap sumbu X dan Y, serta akibat gaya gempa arah Y terhadap sumbu X dan Y.

Tabel 5. Simpangan

Variasi	Simpangan (mm)			
	Xx	Xy	Yx	Yy
Tanpa Bracing	345,467	213,03	119,51	560,60
1A	312,645	44,581	107,24	112,3
1B	317,324	47,36	105,63	111,37
2A	314,49	45,682	106,55	111,81
2B	315,318	46,173	106,27	111,65
2C	320,603	85,199	109,15	219,89
2D	321,339	85,647	108,89	219,77
3A	327,633	85,705	109,59	208,24
3B	321,709	82,19	111,63	209,41
3C	327,88	96,472	109,44	253,90
3D	321,242	92,514	111,70	241,32
4A	315,318	53,844	108,27	135,41
4B	319,677	56,432	106,77	134,54
4C	321,005	90,109	110,52	234,40
4D	324,879	90,109	109,19	233,63



Gambar 3. Simpangan Struktur pada Setiap Variasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur tanpa *bracing* memiliki simpangan terbesar, terutama pada arah Y akibat gempa Y (Yy) sebesar 560,60 mm, sehingga arah Y menjadi kritis. Penerapan *bracing* pada arah Y terbukti efektif menurunkan simpangan, misalnya pada variasi 1A dan 1B dimana Yy turun menjadi sekitar 111 mm. perbedaan konfigurasi *bracing* memengaruhi kinerja struktur, dimana distribusi penuh dan merata (1A-1B, 2A-2B, 4A-4B) menghasilkan simpangan yang lebih kecil sedangkan variasi dengan jumlah dan distribusi terbatas (2C-2D, 3A-

3D, 4C-4D) menunjukkan simpangan lebih besar, efektifitas pengendalian simpangan sangat ditentukan oleh jumlah, distribusi dan kesinambungan *bracing* dalam arah pemasangan.

Sementara nilai *drift* struktur disajikan pada tabel 6, yang meliputi *drift* akibat beban gempa arax X terhadap sumbu X dan Y, serta akibat beban gempa arah Y terhadap sumbu X dan Y.

Tabel 6. Nilai Elastic Drift

Variasi	Beban Gempa	Arah Gempa	Elastic Drift (mm)						
			7	6	5	4	3	2	1
Tanpa <i>bracing</i>	X	X	14,983	28,784	41,009	50,637	59,475	102,397	2,393
		Y	7,752	15,927	22,787	28,061	32,855	74,099	1,025
	Y	X	4,995	9,594	13,67	16,879	19,825	34,132	0,798
		Y	23,256	47,782	68,362	84,182	98,566	222,296	3,075
1A	X	X	14,931	28,737	40,975	50,616	59,47	102,401	2,393
		Y	4,188	5,176	5,824	6,096	5,913	8,253	0,381
	Y	X	5,019	9,621	13,696	16,904	19,847	34,148	0,798
		Y	12,564	15,526	17,473	18,287	17,739	24,759	1,144
1B	X	X	15,043	28,847	41,074	50,699	59,533	102,438	2,394
		Y	4,188	5,176	5,824	6,096	5,913	8,253	0,381
	Y	X	4,972	9,574	13,653	16,868	19,821	34,131	0,798
		Y	12,564	15,526	17,473	18,287	17,739	24,759	1,144
2A	X	X	14,965	28,77	41,003	50,638	59,486	102,409	2,393
		Y	4,187	5,173	5,821	6,09	5,907	8,239	0,381
	Y	X	4,995	9,598	13,674	16,885	19,833	34,139	0,798
		Y	12,561	15,52	17,461	18,272	17,72	24,716	1,144
2B	X	X	14,984	28,79	41,021	50,653	59,497	102,416	2,393
		Y	4,187	5,173	5,821	6,09	5,907	8,239	0,381
	Y	X	4,988	9,589	13,667	16,878	19,828	34,136	0,798
		Y	12,561	15,52	17,461	18,272	17,72	24,716	1,144
2C	X	X	14,965	28,774	41,005	50,642	59,487	102,409	2,393
		Y	6,403	4,211	19,44	5,618	27,203	8,022	0,35
	Y	X	4,995	9,597	13,674	16,885	19,833	34,139	0,798
		Y	19,206	12,633	58,325	16,856	81,607	24,066	1,051
2D	X	X	14,983	28,789	41,023	50,653	59,499	102,416	2,393
		Y	6,4	4,21	19,458	5,616	27,203	8,021	0,35
	Y	X	4,988	9,591	13,668	16,88	19,828	34,136	0,798
		Y	19,201	12,629	58,376	16,848	81,607	24,063	1,051
3A	X	X	15,044	28,841	41,058	50,675	59,496	102,393	2,393
		Y	4,077	10,012	8,87	11,916	10,335	21,495	0,514
	Y	X	4,959	9,56	13,636	16,85	19,804	34,115	0,798
		Y	12,233	30,036	26,609	35,749	31,003	64,487	1,541
3B	X	X	14,898	28,698	40,928	50,566	59,421	102,353	2,393
		Y	4,077	10,012	8,87	11,92	10,331	21,495	0,514
	Y	X	5,021	9,621	13,692	16,897	19,835	34,133	0,798
		Y	12,233	30,036	26,609	35,747	31,005	64,487	1,541
3C	X	X	15,041	28,829	41,079	50,702	59,504	102,387	2,393
		Y	0,742	7,466	22,242	26,045	7,893	13,022	0,431
	Y	X	4,959	9,565	13,637	16,849	19,798	34,109	0,797
		Y	2,239	22,386	66,739	78,134	23,679	39,066	1,293
3D	X	X	14,9	28,709	40,934	50,568	59,408	102,333	2,392
		Y	0,746	7,463	22,245	26,045	7,893	13,022	0,431
	Y	X	5,019	9,617	13,699	16,906	19,84	34,131	0,798
		Y	2,238	22,387	66,737	78,134	23,679	39,066	1,293
4A	X	X	14,933	28,738	40,973	50,612	59,464	102,395	2,393
		Y	5,045	6,245	7,033	7,364	7,152	10,066	0,398

Variasi	Beban Gempa	Arah Gempa	Elastic Drift (mm)						
			7	6	5	4	3	2	1
4B	Y	X	5,017	9,618	13,693	16,901	19,844	34,145	0,798
		Y	15,135	18,734	21,098	22,092	21,457	30,197	1,195
	X	X	15,036	28,84	41,066	50,69	59,524	102,43	2,394
		Y	5,045	6,245	7,033	7,364	7,152	10,066	0,398
	Y	X	4,973	9,575	13,653	16,867	19,818	34,13	0,798
		Y	15,135	18,734	21,098	22,092	21,457	30,197	1,195
	X	X	14,936	28,752	40,977	50,622	59,465	102,394	2,393
		Y	6,545	5,172	19,677	6,843	27,367	9,826	0,369
4C	Y	X	5,015	9,612	13,692	16,897	19,844	34,145	0,798
		Y	19,634	15,516	59,031	20,528	82,102	29,477	1,108
	X	X	15,032	28,825	41,064	50,681	59,525	102,43	2,394
		Y	6,545	5,172	19,677	6,843	27,367	9,826	0,369
4D	Y	X	4,974	9,581	13,655	16,871	19,819	34,129	0,798
		Y	19,634	15,516	59,031	20,528	82,102	29,477	1,108
	X	X	15,032	28,825	41,064	50,681	59,525	102,43	2,394
		Y	6,545	5,172	19,677	6,843	27,367	9,826	0,369

Berdasarkan analisis struktur tanpa *bracing* menunjukkan drift terbesar, terutama pada lantai bawah dan arah Y, menandakan fleksibilitas tinggi serta simpangan besar akibat gempa. Penerapan *bracing* secara konsisten menurunkan nilai *drift* secara signifikan, baik pada arah gempa X maupun Y. arah pemasangan *bracing* tidak berpengaruh signifikan terbukti dari variasi dengan konfigurasi identik (misalnya 1A-1B, 2A-2B, 3A-3B, 4A-4B) yang menghasilkan *drift* hampir sama. Performa terbaik ditunjukkan oleh variasi dengan jumlah *bracing* banyak, distribusi merata dan sambungan antar lantai penuh (misalnya 3A-3B dan 4A-4B), sedangkan konfigurasi dengan *bracing* lebih sedikit atau terputus (2C-2D, 3C-3D, 4C-4D) menghasilkan drift lebih besar. Secara umum, semakin banyak dan merata distribusi *bracing*, semakin kecil nilai drift struktur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur gedung hotel baja 6 lantai dengan variasi konfigurasi diagonal *bracing* pada sistem CBF, dapat disimpulkan bahwa keberadaan *bracing* sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur. Struktur tanpa *bracing* menunjukkan periode getar, simpangan, dan *drift* yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan struktur yang menggunakan *bracing*, sehingga menegaskan peran penting sistem CBF dalam meningkatkan kekakuan lateral serta kemampuan struktur menahan pergeseran akibat gempa.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa arah pemasangan *bracing* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai periode, simpangan, maupun *drift*. Pasangan variasi dengan konfigurasi *bracing* serupa namun arah berbeda, seperti 1A-1B, 2A-2B, dan 3A-3B, menghasilkan nilai yang hampir identik. Dengan demikian, orientasi diagonal *bracing* tidak secara fundamental memengaruhi respons struktur selama konfigurasi dan jumlah *bracing* tetap sama.

Dari segi efektivitas konfigurasi, variasi 2A terbukti paling optimal dalam meningkatkan kekakuan struktur dengan periode mode 1 sebesar 2,362 detik, mode 2 sebesar 1,339 detik, simpangan 111,81 mm, serta drift maksimum sebesar 102,409 mm pada arah X dan 34,139 mm pada arah Y. Namun, dari sisi efisiensi, variasi 4A dapat direkomendasikan karena meskipun menggunakan jumlah *bracing* lebih sedikit, kinerjanya hampir setara dengan variasi 2A. Pada variasi 4A, periode mode 1 tercatat 2,362 detik, mode 2 sebesar 1,473 detik, simpangan 135,41 mm, dan *drift* maksimum masing-masing 102,39 mm pada arah X serta 34,14 mm pada arah Y. Seluruh hasil tersebut masih berada dalam batas aman menurut kriteria desain seismik, sehingga variasi 4A dinilai paling efisien dalam perencanaan struktur baja tahan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Octavianus, "Studi perilaku rangka baja diagonal braced dan chevron braced CBF (Concentrically Braced Frames) dengan pushover analysis," Jurnal Teknik Sipil Indonesia, vol. 23, no. 2, pp. 105-113, 2016.

- [2] F. D. Manope and R. D. Manalip, " Analisis portal struktur baja berdasarkan konfigurasi tipe dan variasi panjang link sistem EBF (Eccentrically Braced Frames)," Jurnal Sipil Statik, vol. 7, no. 3, pp. 415–422, 2019.
- [3] SNI 1727:2020. Beban Minimum untuk perancangan bangunan Gedung dan struktur lain. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4] SNI 1726:2019. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non Gedung. Badan Standardisasi Nasional