

PENGARUH VARIASI POSISI K-BRACED CBF TERHADAP PERILAKU STRUKTUR RANGKA BAJA 6 LANTAI DI KOTA PONTIANAK

Wida Ningsih¹⁾, Iona Violeta²⁾, Yufiansyah³⁾

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

*Koresponden email: ningsihwidaa22@gmail.com

Diterima: 22 Desember 2025

Disetujui: 30 Desember 2025

ABSTRACT

This study investigates the effect of K-braced Concentrically Braced Frame (CBF) variations on the structural behavior of a six-story steel frame building located in Pontianak with soft soil conditions (site class SE). The analysis was conducted using the equivalent lateral force method in accordance with SNI 1726:2019, with ten structural models simulated in ETABS. The parameters evaluated include natural period, maximum displacement, and inter-story drift. The results indicate that the structure without bracing exhibits the longest natural period and the largest lateral displacement. Full bracing installations on several bays (variations A1, A2, B1, B2, C1, and C2) significantly reduce the natural period and produce the smallest displacement and drift. In contrast, alternating bracing patterns (variations B3, D1, and D2) tend to increase structural flexibility, leading to reduced performance. Therefore, the configuration and distribution of bracing play a crucial role in enhancing the seismic performance of multi-story steel structures.

Keywords: K-braced, Concentrically Braced Frame (CBF), Structure Period, Displacement, Drift

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi posisi K-braced pada sistem *Concentrically Braced Frame* (CBF) terhadap perilaku struktur rangka baja 6 lantai di Kota Pontianak dengan kondisi tanah lunak (kelas situs SE). Analisis dilakukan menggunakan metode gaya lateral ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2019 dengan memodelkan sepuluh variasi struktur menggunakan perangkat lunak ETABS. Parameter yang ditinjau meliputi periode getar, simpangan maksimum (*displacement*), dan simpangan antar tingkat (*drift*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur tanpa *bracing* memiliki periode getar paling panjang dan simpangan lateral terbesar. Pemasangan *bracing* penuh pada beberapa portal (variasi A1, A2, B1, B2, C1, dan C2) mampu menurunkan periode getar serta menghasilkan *displacement* dan *drift* terkecil. Sebaliknya, pola pemasangan *bracing* secara selang-seling (variasi B3, D1, dan D2) cenderung meningkatkan fleksibilitas struktur sehingga kinerjanya menurun. Dengan demikian, konfigurasi dan distribusi *bracing* berperan signifikan dalam meningkatkan kinerja seismik struktur baja bertingkat.

Kata Kunci: Bresing Tipe K, Konsentrik, Periode, Simpangan, *Drift*

PENDAHULUAN

Bangunan gedung merupakan infrastruktur penting yang menunjang aktivitas manusia, baik sebagai hunian, fasilitas komersial, pendidikan, maupun fungsi lainnya. Konstruksi gedung umumnya terdiri atas struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Material yang banyak

digunakan saat ini adalah beton bertulang dan baja, di mana baja semakin diminati karena mampu mempercepat proses pembangunan, dapat dirakit di lokasi konstruksi, serta memiliki bobot lebih ringan sehingga mengurangi beban mati bangunan.

Pertumbuhan penduduk dan keterbatasan lahan di kota-kota besar, termasuk Pontianak, mendorong pembangunan gedung bertingkat sebagai solusi efektif. Namun, bangunan tinggi memiliki risiko keruntuhan apabila tidak direncanakan secara tepat, khususnya terhadap beban luar seperti gempa bumi. Pada kondisi gempa, struktur gedung akan mengalami perpindahan (*displacement*) yang besarnya sebanding dengan gaya gempa yang bekerja.

Secara geografis, Indonesia terletak pada kawasan cincin api (*ring of fire*) yang rawan gempa bumi. Walaupun Pontianak belum termasuk zona rawan gempa, beberapa wilayah di Kalimantan Barat memiliki potensi gempa sehingga perencanaan bangunan tetap perlu memperhitungkan risiko seismik. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan sistem struktur yang mampu mereduksi dampak gempa terhadap gedung bertingkat.

Salah satu sistem yang umum digunakan adalah *bracing system* karena memiliki desain sederhana dan efektif, seperti *Concentrically Braced Frame* (CBF). Oleh karena itu, penelitian ini membahas respons struktur gedung 6 lantai dengan variasi posisi bracing CBF tipe *K-braced*, yang dianalisis berdasarkan standar peraturan gempa SNI 1726:2019.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis eksperimen, analisis simulasi, dan analisis komparatif.

Data Struktur

Bangunan berlokasi di kota Pontianak dengan kondisi tanah lunak, kelas situs SE. koordinat Lokasi bangunan -0,049 lintang; 109,344 bujur. Struktur bangunan adalah baja dengan fungsi bangunan adalah gedung perhotelan.

Material Struktur

Kuat tekan beton (f_c')	: 25 MPa
Modulus elastisitas beton (E)	: 23500 MPa
Berat jenis beton (ρ)	: 2400 kg/m ³
Tegangan leleh baja (f_y)	: 250 MPa
Tegangan tarik baja (f_u)	: 410 MPa
Modulus elastisitas baja (E)	: 200.000 MPa

Parameter Desain Struktur

Jumlah tingkat	: 6 Tingkat
Luas lantai tipikal	: 1.944 m ²
Ketinggian antar tingkat	: 7 m lantai 1; 5 m lantai 2-dak
Jumlah bentang arah X	: 6
Jumlah bentang arah Y	: 9
Jarak antar bentang arah X	: 6 m
Jarak antar bentang arah Y	: 6 m
Profil Kolom	: HB 300 mm x 300 mm
Profil Balok	: WF 350 mm x 175 mm
Profil <i>Bracing</i>	: UNP 200 mm x 80 mm
Tebal pelat lantai	: 120 mm

Pembebanan Struktur

Beban mati sendiri (*self weight load*) langsung diperhitungkan otomatis oleh *software* ETABS. Beban mati tambahan (*super dead load*) dan beban hidup (*live load*) didasarkan pada SNI 1727:2020. Beban mati tambahan setiap lantai diambil tipikal sebesar 1,471 kN/m² di lantai 1-6 dan 0,981 kN/m² di lantai dak. Dinding luar menggunakan batako yang dipasang mengelilingi bangunan, dengan beban tipikal batako sebesar 1,17 kN/m². Sedangkan untuk beban hidup (*live load*) mengikuti pembebanan hunian diambil sebesar 1,92 kN/m² di lantai 1-6 dan 0,981 kN/m² di lantai dak.

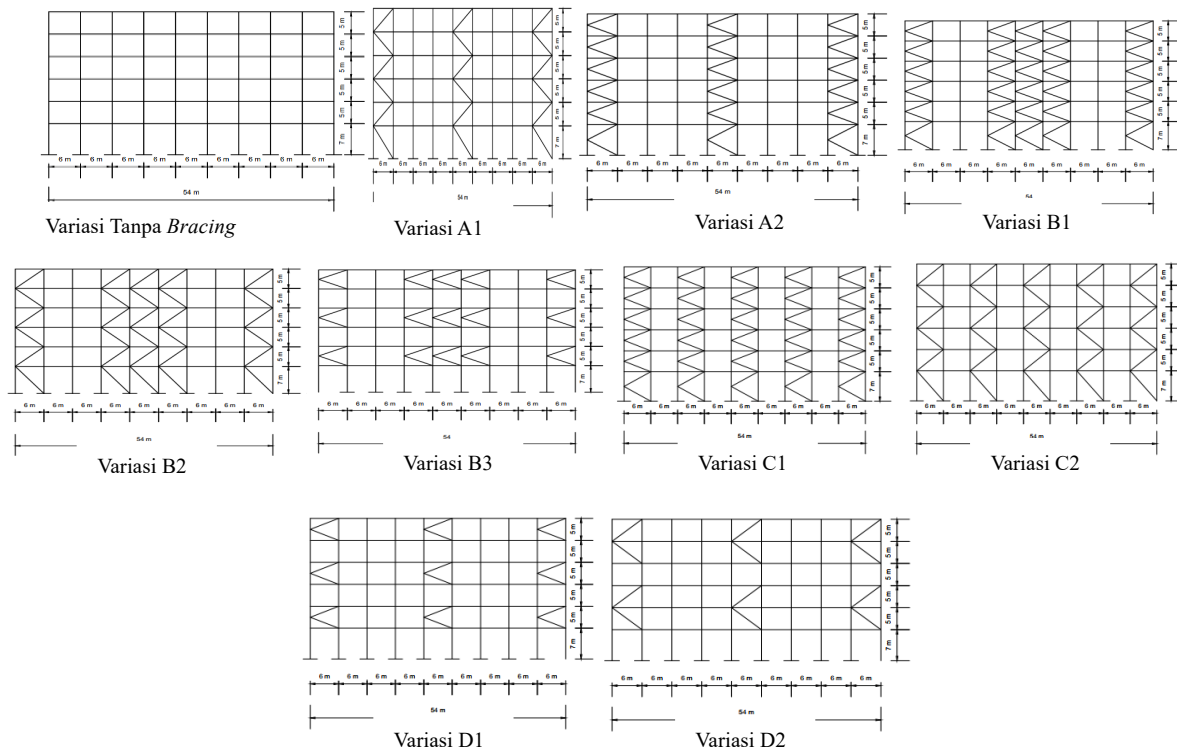
Sementara untuk beban lateral gempa, parameter gaya geser dasar seismik sesuai standar peraturan gempa SNI 1726:2019 dapat disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Gaya Geser Dasar Seismik

Parameter	Nilai
Kategori Resiko	II
Faktor Keutamaan (I_e)	1.0
Spektral Percepatan Terpetakan	$S_s = 0.17$; $S_1 = 0.05$
Kelas Situs	SE
Koefisien Kelas Situs	$F_a = 2.4$; $F_v = 4.2$
Spektral Respons Percepatan	$SDS = 0.27$; $SD1 = 0.14$
Kategori Desain Seismik (KDS)	C
Sistem Lateral	Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa
Koefisien Respons Seismik	
$C_s = SDS/(R/I_e)$	$C_s = 0.08$
$C_s^{max}(\text{Pers 23}) = SD1/(T_a(R/I_e))$	$C_s^{max} = 0.06$
$C_s^{min}(\text{Pers 24}) = 0.044(SDS)(I_e) > 0.01$	$C_s^{min} = 0.01$ (menentukan)
C_s Terpakai	$C_s = 0.06$ (terpakai)
Metode Analisis	Analisa Gaya Lateral Ekuivalen

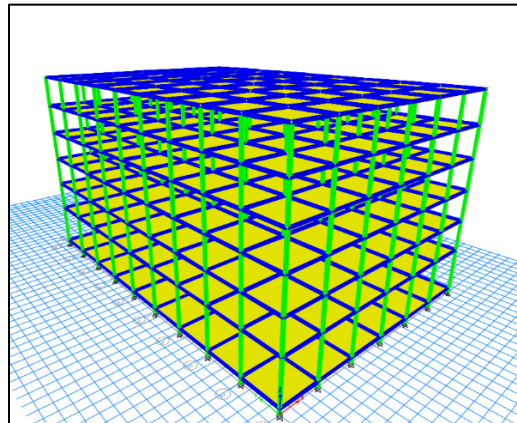
Variasi Model Struktur

Pada studi analisis ini digunakan gedung non eksisting dengan dimensi seragam dan bentuk bangunan beraturan untuk melakukan percobaan terhadap sepuluh variasi pemodelan struktur rangka baja 6 lantai, yang dibedakan berdasarkan lokasi serta jumlah *bracing* yang digunakan pada masing-masing variasi. Adapun setiap variasi disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Variasi Pemasangan *Bracing*

Denah yang digunakan merupakan tipikal dari lantai dasar sampai dengan lantai dak untuk keseluruhan variasi. Model 3 dimensi dari struktur tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur 3 Dimensi Model Variasi Tanpa *Bracing*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban seismik gedung disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Beban Seismik Gedung

Lantai	Luas total (m ²)	DL (kN)	SDL (kN)	LL (kN)	Berat Total (DL+SDL+LL)
					W (kN)
Dak	1944	6160,945	1907,064	1907,064	9975,073

6	1944	6160,945	3912,624	3732,480	13806,049
5	1944	6160,945	3912,624	3732,480	13806,049
4	1944	6160,945	3912,624	3732,480	13806,049
3	1944	6160,945	3912,624	3732,480	13806,049
2	1944	6290,148	3912,624	3732,480	13935,252
1	1944	5902,538	4333,824	3732,480	13968,842
TOTAL					93103,362

Dengan nilai C_s sebesar 0.06, maka gaya geser dasar seismik adalah sebesar:

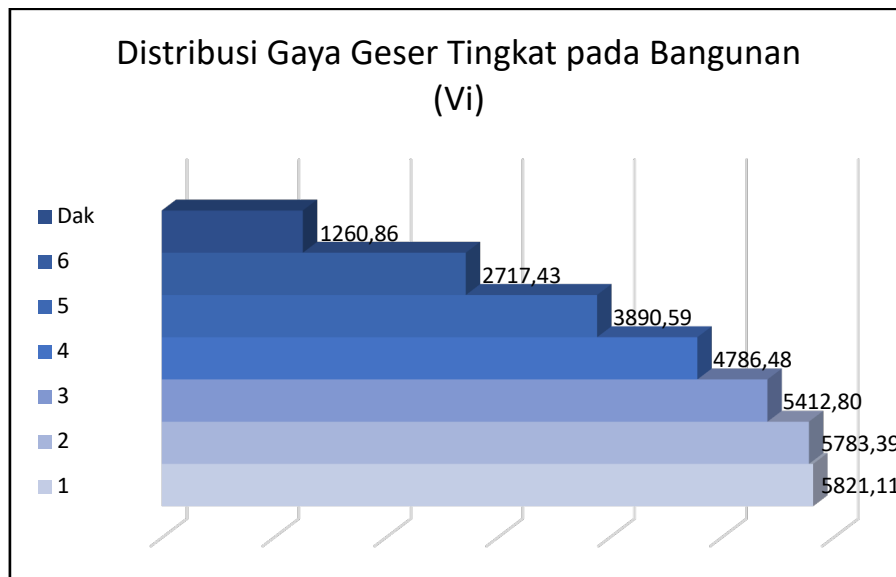
$$V = C_s \cdot W = 0,06 \times 93103,362 \text{ kN} = 5586,202 \text{ kN}$$

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

Tabel 3. Distribusi Vertikal dan Horizontal Beban Gempa

Lantai	Berat	Tinggi	h^k	$W \cdot h^k$	C_{vx}	Fi	1/3Fi	Vi
	(W)	(h)						
	kN	m				kN	kN	kN
dak	9975,073	33	46,81	466961,86	0,22	1260,84	420,38	1260,86
6	13806,049	28	39,07	539440,11	0,25	1456,56	485,52	2717,43
5	13806,049	23	31,47	434480,23	0,20	1173,16	391,05	3890,59
4	13806,049	18	24,03	331794,48	0,15	895,89	298,63	4786,48
3	13806,049	13	16,80	231956,79	0,11	626,32	208,77	5412,80
2	13935,252	8	9,85	137250,46	0,06	370,60	123,53	5783,39
1	13968,842	1	1,00	13968,84	0,01	37,72	12,57	5821,11
Total				2155852,785				

Gaya geser tingkat desain disajikan secara grafis pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Distribusi Gaya Geser Tingkat pada Bangunan

Gaya gempa rencana yang diterapkan pada struktur gedung dalam analisis yang dilakukan ini dibuat berdasarkan SNI 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.

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

Tabel 4. Periode Getar Struktur

Variasi ke-	Periode (sec)	
	1	2
1	3,236	2,365
A1	2,36	1,641
A2	2,362	1,634
B1	2,364	1,224
B2	2,362	1,228
B3	2,749	2,363
C1	2,364	1,337
C2	2,362	1,339
D1	2,819	2,361
D2	2,722	2,361

Berdasarkan hasil perbandingan, struktur tanpa *bracing* (variasi 1) menunjukkan periode getar paling besar. Pemasangan *bracing* penuh, baik pada satu lantai (*one-story bracing*) maupun dua lantai (*two-story bracing*), seperti pada variasi A1, A2, B1, B2, C1, dan C2, menghasilkan periode yang lebih pendek. Sebaliknya, konfigurasi *bracing* selang-seling pada satu maupun dua lantai, seperti pada variasi

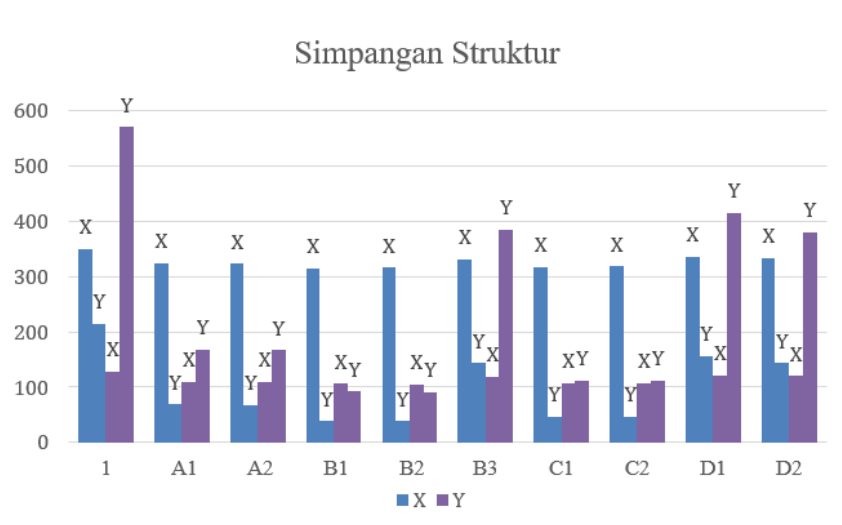
B3, D1, dan D2, cenderung meningkatkan periode getar. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan *bracing* penuh lebih efektif dalam meningkatkan kekakuan lateral struktur, sedangkan pola selang-seling membuat struktur lebih fleksibel sehingga perpindahannya menjadi lebih besar.

Simpangan struktur (*displacement*) pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5. Simpangan maksimum akibat beban lateral seismik akibat beban lateral seismik arah X pada sumbu x maupun y, dan akibat beban lateral seismik arah Y pada sumbu X maupun Y.

Tabel 5. Simpangan (*Displacement*)

Variasi	<i>Displacement (mm)</i>			
	X _x	X _y	Y _x	Y _y
Variasi 1	349,55	214,54	128,64	570,30
Variasi A1	324,31	68,94	109,69	167,74
Variasi A2	323,28	68,04	109,99	167,28
Variasi B1	314,89	38,34	106,18	92,24
Variasi B2	315,90	38,94	105,73	91,67
Variasi B3	331,87	143,41	119,20	384,46
Variasi C1	317,32	46,51	107,24	112,66
Variasi C2	318,34	47,15	106,80	112,21
Variasi D1	336,51	156,23	121,35	415,23
Variasi D2	334,43	143,71	120,15	380,87

Gambar 3 menyajikan visualisasi grafis yang memperlihatkan perbandingan nilai maksimum pada simpangan struktur untuk setiap variasi *bracing* yang dianalisis.



Gambar 3. Simpangan Struktur (*Displacement*)

Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 5 dan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa penambahan *bracing* pada struktur mampu menurunkan simpangan maksimum (*displacement*) dibandingkan dengan

struktur tanpa *bracing* (variasi 1), baik pada beban gempa arah X maupun Y. Variasi A1, A2, B1, B2, C1, dan C2 menunjukkan kondisi struktur yang lebih kaku dengan *displacement* terkecil, yaitu berkisar antara 38,34–68,94 pada sumbu x dan 91,67–167,74 pada sumbu y. Sementara itu, *displacement* terbesar terjadi pada variasi B3, D1, dan D2, dengan nilai berkisar 143,31–156,23 pada sumbu x serta 384,46–415,23 pada sumbu y.

Adapun pada Tabel 6 menunjukkan nilai simpangan antar tingkat (*drift*), akibat beban lateral seismik arah X pada sumbu x maupun y, dan akibat beban lateral seismik arah Y pada sumbu X maupun Y.

Tabel 6. Simpangan Antar Tingkat (*Drift*)

variasi	Arah		<i>Elastic Drift</i> (mm)						
	Ortogonal		1	2	3	4	5	6	dak
Variasi tanpa <i>bracing</i>	X	x	2,41	103,24	59,92	50,99	41,28	28,96	15,08
		y	1,03	74,00	32,90	28,15	22,89	16,01	7,80
	Y	x	0,80	34,17	19,89	16,95	13,74	9,65	5,02
		y	3,10	224,02	99,25	84,73	68,79	48,07	23,40
Variasi A1	X	x	2,41	102,99	59,86	50,94	41,27	28,95	15,09
		y	1,29	38,57	26,89	27,46	26,06	22,96	18,29
	Y	x	2,41	102,99	59,86	50,94	41,27	28,95	15,09
		y	1,29	38,57	26,89	27,46	26,06	22,96	18,29
Variasi A2	X	x	2,41	103,06	59,86	50,95	41,25	28,95	15,07
		y	0,41	11,43	9,40	9,54	8,95	7,77	6,06
	Y	x	0,80	34,31	19,94	16,98	13,76	9,66	5,03
		y	1,24	34,39	28,25	28,65	26,87	23,35	18,19
Variasi B1	X	x	2,41	103,05	59,86	50,95	41,26	28,96	15,07
		y	0,37	6,64	5,38	5,29	4,81	4,02	2,94
	Y	x	0,80	34,32	19,95	16,99	13,76	9,66	5,03
		y	1,10	19,96	16,15	15,87	14,45	12,08	8,83
Variasi B2	X	x	2,41	102,96	59,86	50,94	41,28	28,95	15,09
		y	0,38	7,70	5,03	4,96	4,56	3,85	2,86
	Y	x	0,80	34,28	19,93	16,97	13,74	9,65	5,01
		y	1,14	23,15	15,12	14,88	13,68	11,55	8,60

Variasi B3	X	x	2,41	103,96	59,87	50,97	41,25	28,96	15,07
		y	1,02	71,16	6,00	24,10	4,72	13,89	2,43
	Y	x	0,80	34,20	19,95	16,98	13,77	9,66	5,03
		y	3,06	215,19	18,06	72,45	14,17	41,69	7,30
Variasi C1	X	x	2,41	103,05	59,87	50,96	41,26	28,96	15,08
		y	0,37	7,32	6,29	6,43	6,07	5,32	4,22
	Y	x	0,80	34,32	19,95	16,99	13,76	9,66	5,03
		y	1,12	21,99	18,88	19,29	18,23	15,99	12,66
Variasi C2	X	x	2,41	102,96	59,86	50,95	41,28	28,95	15,10
		y	0,38	8,27	5,94	6,12	5,84	5,19	4,20
	Y	x	0,80	34,28	19,93	16,97	13,74	9,65	5,01
		y	1,15	24,85	17,83	18,37	17,54	15,59	12,60
Variasi D1	X	x	2,41	103,21	59,87	50,97	41,25	28,96	15,07
		y	0,38	8,27	5,94	6,12	5,84	5,19	4,20
	Y	x	0,80	34,28	19,93	16,97	13,74	9,65	5,01
		y	3,06	215,37	28,77	73,44	23,94	42,80	13,86
Variasi D2	X	x	2,41	103,20	59,85	50,95	41,27	28,94	15,08
		y	1,02	71,51	8,89	8,36	20,36	6,80	4,95
	Y	x	0,80	34,19	19,94	16,99	13,75	9,66	5,02
		y	3,07	216,28	26,75	25,13	61,17	20,41	14,86

Tabel 6 menampilkan hasil analisis simpangan antar tingkat (drift) pada struktur dengan beberapa variasi konfigurasi bracing dan kondisi tanpa bracing. Nilai simpangan ditinjau pada arah ortogonal X dan Y untuk setiap lantai hingga dak (atap) dalam kondisi beban gempa elastis. Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa struktur tanpa bracing mengalami simpangan yang cukup besar pada hampir seluruh lantai dibandingkan variasi yang sudah dipasang bracing. Hal ini menunjukkan bahwa struktur tanpa bracing mengalami deformasi lateral yang cukup tinggi. Penerapan pola bracing dengan jumlah yang lebih banyak mampu menekan simpangan hingga jauh di bawah kondisi awal, sebagaimana terlihat pada variasi A1, A2, B1, B2, C1, dan C2. Sebaliknya, pola bracing dengan jumlah yang lebih sedikit kurang efektif dalam mengurangi simpangan, seperti yang ditunjukkan pada variasi B3, D1, dan D2.

KESIMPULAN

Penggunaan sistem *K-braced* CBF pada seluruh variasi *bracing* terbukti mampu mengurangi perilaku struktur, meliputi periode getar, simpangan struktur (*displacement*), dan simpangan antar

tingkat (*drift*), dibandingkan struktur tanpa *bracing*. Namun, tingkat efektivitasnya bervariasi tergantung pada konfigurasi dan posisi *bracing*. Variasi B1, B2, C1, dan C2 menunjukkan kinerja struktur terbaik melalui pemasangan *bracing* penuh pada lima portal. Variasi A1 dan A2 menghasilkan kinerja yang mendekati optimal dengan pemasangan *bracing* penuh pada tiga portal di setiap lantai. Sebaliknya, variasi B3, D1, dan D2 mengalami penurunan kinerja akibat pola pemasangan *bracing* secara selang-seling. Temuan ini menegaskan bahwa pola distribusi dan jumlah *bracing* memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standardisasi nasional, Jakarta.
- [2] SNI 1727:2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [3] SNI 1729:2020. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Leo, M. (2016). “Studi Perilaku Struktur Rangka Baja K-braced dan X-Braced CBF (Concentrically Braced Frame) dengan Analisis Pushover”. Palembang: Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [5] Supandi, D. “Analisis Struktur Baja Bangunan Industri Akibat Gaya Gempa Menggunakan Sistem Concentrically Braced Frame (CBF)-Studi Kasus: Bangunan Pabrik Pupuk Cargill, Pandaan, Jawa Timur”. Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK). vol 1, no.1, pp 9 – 15. November. 2021.
- [6] Zega, B. C., Feriza Nadiar, Puguh Novi Prsetyono, dan Arik Triarso. (2022). Desain Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan SNI 1729:2020. Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi). Vol 4, No.2, pp 108 – 113. Desember. 2022.