

Pengaruh Penempatan Tangga Terhadap Eksentrisitas Bangunan Gedung 5 Lantai (Studi Kasus: Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie)

(The Effect of Staircase Placement on the Eccentricity of a 5-Story Building Case Study: Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie)

Sarwan Ahmad¹, Kasmat Saleh Nur², Mirzan Gani³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

sarwanahmad1511@gmail.com¹, kasmatnur@ung.ac.id², mirzan@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 6 Oktober 2025 Revised: 16 Oktober 2025 Accepted: 20 Oktober 2025 Keywords: Eccentricity Multi-storey Building ETABS Stair Placement Kata Kunci: Eksentrisitas Gedung Bertingkat, ETABS Penempatan Tangga	One vital factor in designing earthquake-resistant structures is the torsional moment generated by eccentricity, or the distance between the center of mass and the center of rigidity. Thus, the eccentricity value needs to be minimized to reduce the resulting torsion. This study aimed to analyze the effect of variations in staircase placement on eccentricity, using the Inpatient Building at RSUD (Regional General Hospital) Dr. Hasri Ainun Habibie, Gorontalo, as a case study. Modeling was performed on seven variations of stair placement, with placement 1 representing the existing condition using shear walls. The shear walls were then removed to assess the structural effectiveness of the stair placement changes. The analysis results indicated that even without shear walls, eccentricity values were lower than those obtained for placement 1 (the existing), namely for placements 6 and 7. The smallest eccentricity value was discovered in placement 7 with a value of 0.76%, where the stairs were symmetrical about the X and Y axes. Conversely, the largest eccentricity value was discovered in placement 4 with a value of 10.55%, where the stairs were positioned close together. These differences confirmed that the staircase placement configuration significantly affected the building's eccentricity. Abstrak Salah satu faktor penting dalam perencanaan struktur tahan gempa adalah momen torsi yang ditimbulkan akibat eksentrisitas, yaitu jarak antara pusat massa dan pusat kekakuan. Untuk mengurangi torsi yang terjadi, maka nilai eksentrisitas perlu diminimalkan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi penempatan tangga terhadap nilai eksentrisitas, dengan studi kasus Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie Gorontalo. Pemodelan dilakukan pada tujuh variasi penempatan tangga, di mana penempatan 1 merupakan kondisi eksisting yang menggunakan dinding geser. Dinding geser kemudian dihilangkan untuk menilai efektivitas perubahan penempatan tangga secara struktural. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun tanpa dinding geser diperoleh nilai eksentrisitas yang lebih rendah dibandingkan penempatan 1 (eksisting), yaitu pada penempatan 6 dan penempatan 7. Nilai eksentrisitas terkecil terdapat pada penempatan 7 dengan nilai 0,76%, dimana posisi tangga simetris terhadap sumbu X dan Y. Sebaliknya, nilai eksentrisitas terbesar terdapat pada penempatan 4 dengan nilai 10,55%, dimana posisi tangga berdekatan. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi penempatan tangga berpengaruh penting terhadap besarnya eksentrisitas bangunan.

Corresponding Author:

Sarwan Ahmad
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
sarwanahmad1511@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Gedung bertingkat adalah bangunan yang terdiri lebih dari satu lantai dan dirancang secara vertikal. Gedung bertingkat sangat dibutuhkan pada kota-kota besar karena keterbatasan lahan yang terjadi akibat kepadatan penduduk yang cenderung tinggi karena menjadi pusat aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya (Jamika et al., 2023; Yahya et al., 2024).

Gedung bertingkat memiliki risiko beban gempa yang tinggi, karena gedung yang lebih tinggi cenderung memiliki periode alami struktur yang lebih rendah dan dapat menyebabkan frekuensi getaran yang lebih besar terhadap gempa (Purwantoro et al., 2023; Kumar & Hasibuan, 2025). Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan bangunan tahan gempa adalah timbulnya momen torsi pada elemen bangunan. Timbulnya torsi tersebut disebabkan karena adanya eksentrisitas, sehingga untuk menurunkan nilai torsi kita hanya perlu menurunkan nilai eksentrisitasnya (Batu et al., 2016; Ramadhani et al., 2022). Eksentrisitas adalah jarak antara pusat massa bangunan dengan pusat rotasi bangunan. Pusat massa adalah letak titik tangkap resultan beban mati dan beban hidup yang sesuai yang bekerja pada lantai tingkat tersebut (Sunaryati et al., 2009; Faisal, 2019). Sedangkan pusat kekakuan adalah titik dimana pada suatu lantai bangunan, apabila bekerja gaya horizontal pada titik tersebut, lantai tingkat tersebut tidak mengalami rotasi tapi hanya bertranslasi (Badan Standar Nasional, 2002).

Studi kasus dalam penelitian ini adalah Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie yang terletak di Provinsi Gorontalo. Gedung ini dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan struktur tahan gempa, salah satunya melalui penggunaan elemen dinding geser. Penggunaan dinding geser tersebut dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan eksentrisitas yang tinggi, yang dapat menimbulkan efek torsi saat terjadi gempa. Dalam penelitian ini, dinding geser yang semula direncanakan dihilangkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap eksentrisitas. Selanjutnya, dilakukan variasi penempatan tangga sebagai alternatif upaya untuk mengurangi eksentrisitas tersebut. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk menemukan konfigurasi penempatan tangga yang dapat meminimalkan jarak antara pusat massa dan pusat kekakuan.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keberadaan dan pemodelan tangga memiliki pengaruh signifikan terhadap perilaku seismik struktur bangunan. Harsoyo (2020) menekankan pentingnya memperhitungkan elemen tangga dalam analisis struktur karena dapat memengaruhi distribusi gaya gempa. Silitonga et al. (2021) menunjukkan bahwa keberadaan tangga pada struktur tak beraturan dapat menyebabkan konsentrasi kekakuan yang meningkatkan ketidakaturan. Sementara itu, Takesan et al. (2022) mengungkapkan bahwa tangga tetap berpengaruh pada respons struktur bahkan dalam bangunan beraturan. Namun, belum terdapat kajian yang secara spesifik menganalisis pengaruh variasi penempatan tangga terhadap eksentrisitas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekosongan tersebut, dengan studi kasus Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie di Gorontalo

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah variasi penempatan tangga dapat menghasilkan nilai eksentrisitas yang lebih rendah dibandingkan penempatan eksisting yang menggunakan dinding geser pada Gedung Rawat Inap RSUD dr. Hasri Ainun Habibie Gorontalo, serta untuk menganalisis seberapa besar pengaruh perubahan posisi tangga terhadap nilai eksentrisitas pada struktur bangunan..

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode analisis respons spektrum yang dibantu dengan perangkat lunak analisis struktur ETABS (Limbongan et al., 2016; Ayuddin, 2024). Analisis dilakukan dengan memodelkan struktur gedung sesuai data perencanaan yang meliputi respons spektrum desain, beban desain minimum, denah struktur, jenis tanah, mutu material, serta dimensi penampang elemen struktur. Setiap tahap penelitian dilaksanakan secara berurutan, mulai dari persiapan hingga penyusunan kesimpulan dan saran, guna memastikan keakuratan serta keterpaduan hasil penelitian.

2.1. Tahapan Penelitian

2.1.1 Persiapan dan Studi Literatur

Tahapan awal penelitian dimulai dengan kegiatan persiapan dan studi literatur. Pada tahap ini dilakukan perancangan penelitian yang meliputi penyusunan tujuan, ruang lingkup, serta metode analisis yang akan digunakan. Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber pustaka yang relevan, baik berupa buku, standar perencanaan, maupun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik eksentrisitas dan

pengaruh penempatan tangga terhadap kinerja struktur bangunan. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori yang kuat serta memahami kondisi dan permasalahan yang akan dianalisis.

2.1.2 Pengumpulan Data

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data yang dibutuhkan untuk proses pemodelan struktur. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data tanah, denah bangunan, mutu material (beton dan baja), serta dimensi penampang elemen struktur. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam membangun model struktur pada aplikasi ETABS agar hasil analisis sesuai dengan kondisi perencanaan yang sebenarnya.

2.1.3 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur gedung dilakukan menggunakan perangkat lunak **ETABS**, berdasarkan data perencanaan yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Model struktur disusun secara tiga dimensi sesuai dengan denah dan karakteristik material yang digunakan. Pemodelan ini bertujuan untuk menganalisis perilaku struktur terhadap beban gempa dengan mempertimbangkan kekakuan elemen, massa bangunan, serta kondisi tumpuan.

2.1.4 Pemodelan Variasi Penempatan Tangga

Pada tahap ini dilakukan pemodelan dengan berbagai variasi penempatan tangga untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai eksentrisitas bangunan. Variasi dilakukan dengan mempertahankan posisi tangga pertama sementara tangga kedua dipindahkan ke beberapa titik dalam denah sesuai konfigurasi yang telah direncanakan. Setelah diperoleh posisi dengan nilai eksentrisitas awal (e_0) terendah, posisi tersebut ditetapkan, kemudian tangga pertama dipindahkan secara bergantian. Dari keseluruhan kombinasi yang diperoleh, dipilih tiga konfigurasi dengan nilai e_0 terendah, satu dengan e_0 tertinggi, dan dua konfigurasi dengan nilai e_0 di antara keduanya untuk dianalisis lebih lanjut.

2.1.5 Analisis Data

Data hasil pemodelan dari ETABS dianalisis untuk memperoleh parameter struktural utama, meliputi nilai eksentrisitas, bentuk ragam getar (mode shape), partisipasi massa, efek P-Delta, torsi lateral, kekakuan tingkat lunak (*soft story*), serta simpangan antar lantai. Analisis ini dilakukan untuk memahami pengaruh variasi penempatan tangga terhadap perilaku dinamis dan stabilitas struktur gedung.

2.1.6 Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis nilai eksentrisitas dari berbagai konfigurasi penempatan tangga, termasuk kondisi eksisting, disajikan dalam bentuk grafik dan tabel untuk memudahkan perbandingan. Data yang diperoleh kemudian dibahas secara mendalam untuk mengidentifikasi pengaruh posisi tangga terhadap distribusi massa dan kekakuan struktur, serta implikasinya terhadap kinerja seismik bangunan.

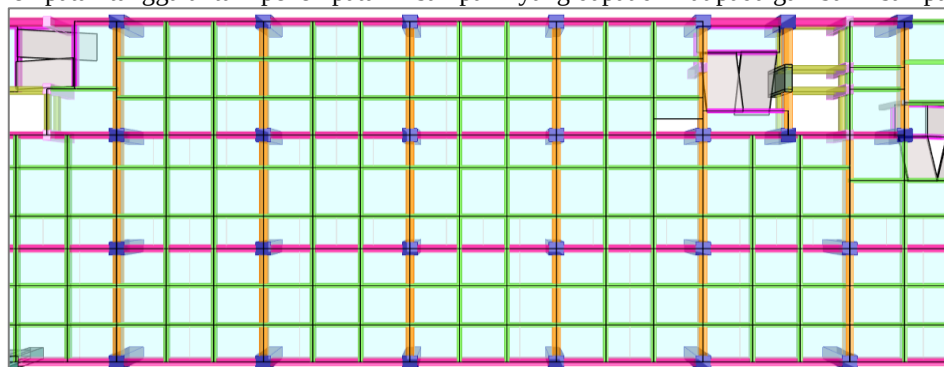
2.1.7 Kesimpulan dan saran

Tahap akhir penelitian ini berisi penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan dirumuskan untuk menjawab tujuan penelitian, terutama terkait pengaruh letak tangga terhadap nilai eksentrisitas bangunan. Selain itu, bagian ini juga memuat saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya, seperti penggunaan metode analisis lanjutan atau variasi model tangga yang berbeda untuk memperluas hasil kajian.

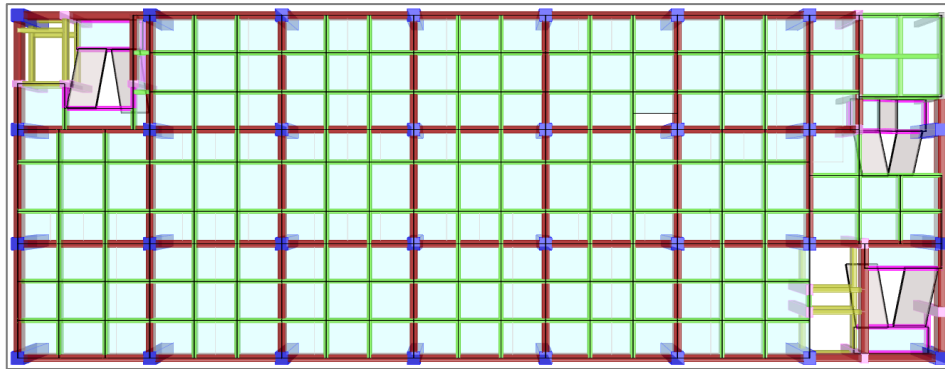
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemodelan Variasi Penempatan Tangga

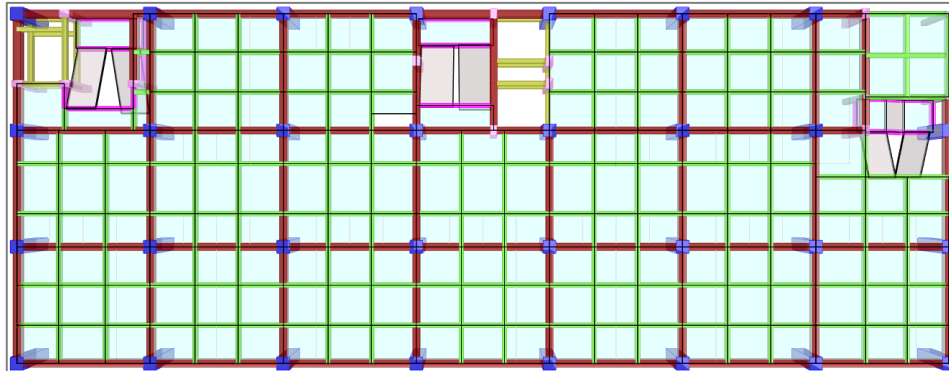
Pemodelan di buat dalam aplikasi ETABS dengan penempatan eksisting sebagai Penempatan 1 dan variasi penempatan tangga untuk penempatan 2 sampai 7 yang dapat dilihat pada gambar 1 sampai 7.



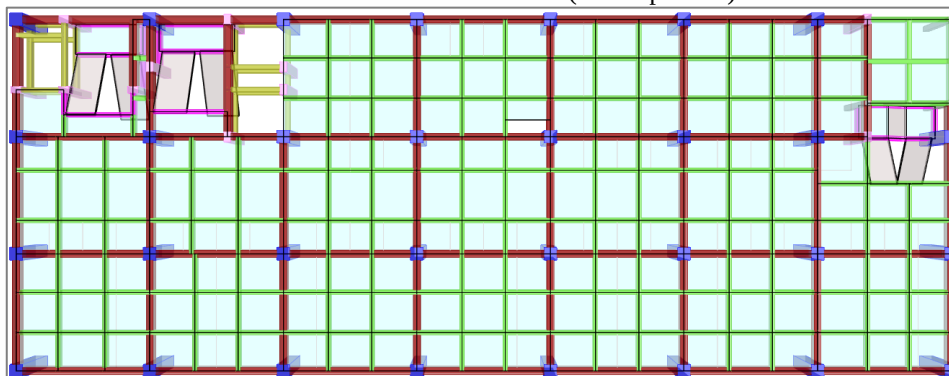
Gambar 1. Denah ETABS (Penempatan 1)



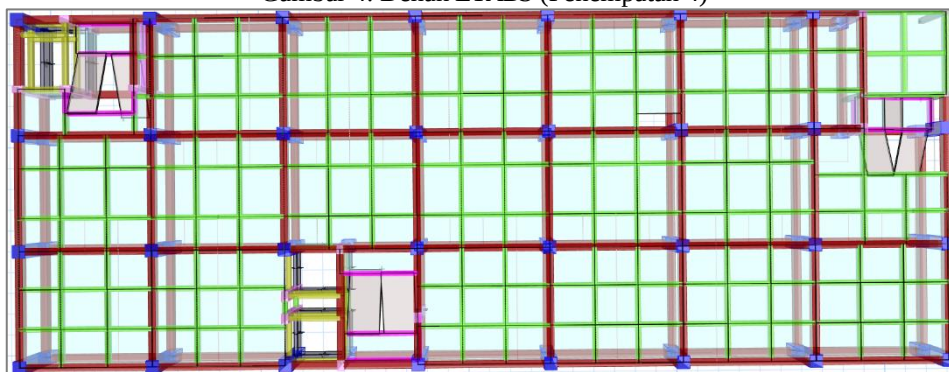
Gambar 2. Denah ETABS (Penempatan 2)



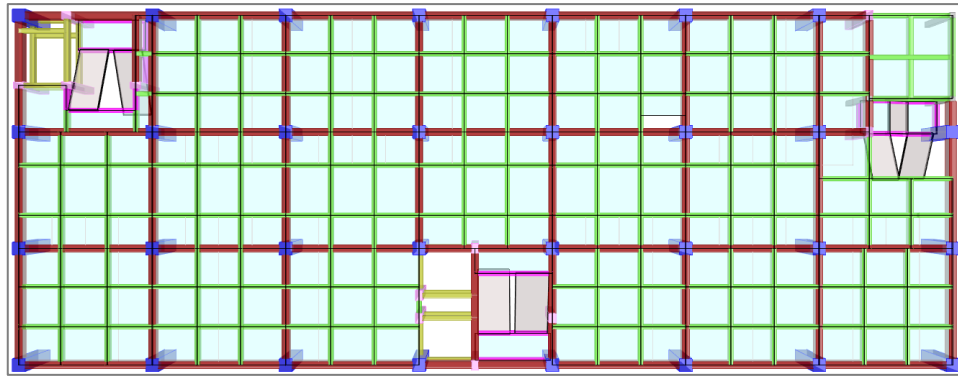
Gambar 3. Denah ETABS (Penempatan 3)



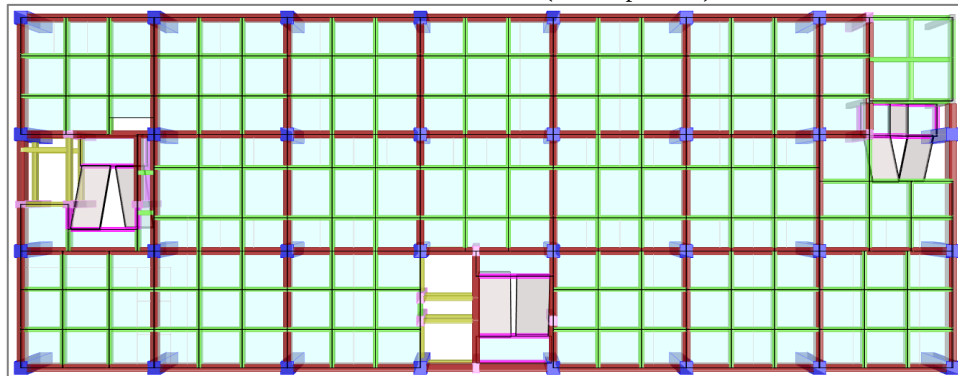
Gambar 4. Denah ETABS (Penempatan 4)



Gambar 5. Denah ETABS (Penempatan 5)



Gambar 6. Denah ETABS (Penempatan 6)



Gambar 7. Denah ETABS (Penempatan 7)

3.2 Analisis Pada Setiap Variasi Penempatan

Pada setiap penempatan akan di hitung nilai dari eksentrisitas, partisipasi massa, mode shape, *P-Delta*, torsi lateral, kekakuan tingkat lunak, simpangan. Perhitungan dibawah merupakan perhitungan pada penempatan 3.

3.2.1 Eksentrisitas

Eksentrisitas didapat dari selisih antara pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) yang diperoleh dari hasil analisis ETABS.

Tabel 1. Eksentrisitas Penempatan 1

Story	<i>XCM</i> M	<i>YCM</i> m	<i>XCR</i> m	<i>YCR</i> m	<i>e_{0x}</i> m	<i>e_{0y}</i> m	<i>e_{0max}</i> m	<i>e_x</i> %	<i>e_y</i> %	<i>e_{max}</i> %
5	28.30	10.19	27.82	11.07	0.476	0.880	1.00	0.85	4.19	4.27
4	27.24	9.91	27.36	10.55	0.122	0.633	0.64	0.22	3.01	3.02
3	27.34	9.95	26.78	9.93	0.560	0.023	0.56	1.00	0.11	1.01
2	27.33	9.95	26.23	9.36	1.100	0.593	1.25	1.97	2.82	3.44
1	27.75	10.08	26.18	9.18	1.569	0.891	1.80	2.80	4.24	5.09

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 2. Eksentrisitas Penempatan 2

Story	<i>XCM</i> M	<i>YCM</i> m	<i>XCR</i> m	<i>YCR</i> m	<i>e_{0x}</i> m	<i>e_{0y}</i> m	<i>e_{0max}</i> m	<i>e_x</i> %	<i>e_y</i> %	<i>e_{max}</i> %
5	27.96	10.20	29.53	10.78	1.574	0.579	1.68	2.81	2.76	3.94
4	26.90	10.43	30.16	10.75	3.259	0.322	3.28	5.82	1.53	6.02
3	27.21	10.40	30.23	10.75	3.011	0.352	3.03	5.38	1.68	5.63
2	27.21	10.40	30.04	10.70	2.824	0.304	2.84	5.04	1.45	5.25
1	27.50	10.48	29.49	10.57	1.994	0.090	2.00	3.56	0.43	3.59

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 3. Eksentrisitas Penempatan 3

Story	<i>XCM</i>	<i>YCM</i>	<i>XCR</i>	<i>YCR</i>	<i>e_{0x}</i>	<i>e_{0y}</i>	<i>e_{0max}</i>	<i>e_x</i>	<i>e_y</i>	<i>e_{max}</i>
-------	------------	------------	------------	------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	----------------------	----------------------	------------------------

	M	m	m	m	m	m	m	%	%	%
5	27.44	10.54	26.25	12.12	1.188	1.588	1.98	2.12	7.56	7.85
4	27.14	10.23	26.51	12.10	0.623	1.877	1.98	1.11	8.94	9.00
3	27.11	10.30	26.68	12.02	0.429	1.724	1.78	0.77	8.21	8.25
2	27.20	10.32	26.86	11.81	0.336	1.494	1.53	0.60	7.11	7.14
1	27.46	10.42	27.13	11.37	0.326	0.949	1.00	0.58	4.52	4.56

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 3. Eksentrisitas Penempatan 4

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	e _{0x}	e _{0y}	e _{0max}	e _x	e _y	e _{max}
	M	m	m	m	m	m	m	%	%	%
5	26.98	10.54	24.72	12.19	2.253	1.659	2.80	4.02	7.90	8.87
4	27.52	10.21	24.80	12.18	2.720	1.966	3.36	4.86	9.36	10.55
3	27.39	10.28	24.98	12.09	2.412	1.803	3.01	4.31	8.59	9.61
2	27.48	10.30	25.29	11.86	2.183	1.560	2.68	3.90	7.43	8.39
1	27.73	10.40	25.88	11.40	1.854	0.998	2.11	3.31	4.75	5.79

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. Eksentrisitas Penempatan 5

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	e _{0x}	e _{0y}	e _{0max}	e _x	e _y	e _{max}
	M	m	m	m	m	m	m	%	%	%
5	26.71	10.17	23.63	10.79	3.075	0.617	3.14	5.49	2.94	6.23
4	28.10	10.65	23.60	10.77	4.501	0.117	4.50	8.04	0.56	8.06
3	28.09	10.67	23.80	10.75	4.294	0.084	4.29	7.67	0.40	7.68
2	28.09	10.67	24.23	10.70	3.862	0.036	3.86	6.90	0.17	6.90
1	28.33	10.75	25.10	10.59	3.230	0.157	3.23	5.77	0.75	5.82

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 5. Eksentrisitas Penempatan 6

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	e _{0x}	e _{0y}	e _{0max}	e _x	e _y	e _{max}
	M	m	m	m	m	m	m	%	%	%
5	27.14	10.57	26.91	10.83	0.230	0.263	0.35	0.41	1.25	1.32
4	27.16	10.59	27.20	10.82	0.043	0.232	0.24	0.08	1.11	1.11
3	27.23	10.56	27.30	10.81	0.066	0.250	0.26	0.12	1.19	1.19
2	27.23	10.56	27.36	10.76	0.126	0.196	0.23	0.22	0.94	0.96
1	27.50	10.65	27.40	10.62	0.100	0.030	0.10	0.18	0.14	0.23

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 6. Eksentrisitas Penempatan 7

Story	XCM	YCM	XCR	YCR	e _{0x}	e _{0y}	e _{0max}	e _x	e _y	e _{max}
	M	m	m	m	m	m	m	%	%	%
5	27.37	10.23	26.96	10.27	0.408	0.045	0.41	0.73	0.22	0.76
4	27.27	10.31	27.26	10.28	0.003	0.029	0.03	0.01	0.14	0.14
3	27.36	10.25	27.38	10.29	0.012	0.034	0.04	0.02	0.16	0.17
2	27.36	10.25	27.46	10.27	0.096	0.018	0.10	0.17	0.09	0.19
1	27.62	10.34	27.57	10.20	0.052	0.142	0.15	0.09	0.68	0.68

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai eksentrisitas terendah pada Penempatan 7, yaitu sebesar 0,73% pada arah X, 0,68% pada arah Y, dan maksimum 0,76%. Sebaliknya, eksentrisitas tertinggi terdapat pada Penempatan 4, yaitu sebesar 4,86% pada arah X, 9,36% pada arah Y, dan maksimum 10,55%.

3.2.2 Ketidakberaturan Torsi

Ketidakberaturan torsi dikontrol dengan melihat nilai simpangan antar tingkat maksimum pada suatu sisi sudut terluar bangunan melebihi 120% atau 140% simpangan rata-rata antar tingkat pada kedua sudut terluar bangunan. Nilai simpangan diambil dari hasil analisis *ETABS* pada tabel *Diaphragm Max Over Average Drifts*.

Tabel 7. Torsi Lateral Penempatan 1

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	48.5	47.8	1.01	OK	1	47.3	41.5	1.14	OK	1
4	42.7	41.9	1.02	OK	1	41.6	36.1	1.15	OK	1
3	33.4	32.5	1.03	OK	1	32.6	27.9	1.17	OK	1
2	21.2	20.6	1.03	OK	1	20.7	17.5	1.18	OK	1
1	8.3	8.0	1.03	OK	1	8.0	6.8	1.19	OK	1

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 8. Torsi Lateral Penempatan 2

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	71.3	70.4	1.01	OK	1	62.0	61.0	1.02	OK	1
4	62.7	61.9	1.01	OK	1	53.3	53.2	1.00	OK	1
3	48.9	48.3	1.01	OK	1	41.7	41.3	1.01	OK	1
2	30.9	30.5	1.01	OK	1	26.2	26.0	1.01	OK	1
1	11.8	11.7	1.01	OK	1	10.0	9.9	1.01	OK	1

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 9. Torsi Lateral Penempatan 3

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	71.6	70.7	1.01	OK	1	78.9	63.4	1.25	T 1a	1.08
4	63.0	62.1	1.01	OK	1	68.4	55.2	1.24	T 1a	1.07
3	49.1	48.5	1.01	OK	1	52.9	42.9	1.23	T 1a	1.06
2	31.0	30.6	1.01	OK	1	33.1	26.9	1.23	T 1a	1.05
1	11.8	11.7	1.01	OK	1	12.4	10.2	1.22	T 1a	1.03

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 10. Torsi Lateral Penempatan 4

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	71.3	70.2	1.02	OK	1	85.2	65.0	1.31	T 1a	1.19
4	62.7	61.7	1.02	OK	1	74.3	56.7	1.31	T 1a	1.20
3	48.9	48.2	1.01	OK	1	57.6	44.0	1.31	T 1a	1.19
2	30.8	30.5	1.01	OK	1	36.0	27.6	1.30	T 1a	1.18
1	11.7	11.7	1.01	OK	1	13.5	10.4	1.30	T 1a	1.16

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 11. Torsi Lateral Penempatan 5

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	71.3	70.4	1.01	OK	1	86.9	64.5	1.35	T 1a	1.26
4	62.7	61.9	1.01	OK	1	76.0	56.4	1.35	T 1a	1.26
3	49.0	48.3	1.01	OK	1	58.9	43.8	1.35	T 1a	1.26
2	31.0	30.5	1.01	OK	1	36.8	27.5	1.34	T 1a	1.25
1	11.9	11.7	1.02	OK	1	13.8	10.4	1.33	T 1a	1.22

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 12. Torsi Lateral Penempatan 6

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	71.5	70.5	1.01 OK	1		73.7	61.6	1.20 OK	1	
4	62.9	62.0	1.01 OK	1		63.9	53.7	1.19 OK	1	
3	49.1	48.4	1.01 OK	1		49.5	41.7	1.19 OK	1	
2	31.1	30.6	1.01 OK	1		31.1	26.2	1.19 OK	1	
1	11.9	11.7	1.02 OK	1		11.8	10.0	1.18 OK	1	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 13. Torsi Lateral Penempatan 7

Story	Arah X					Arah Y				
	Max Drift	Avg Drift	Torsi	Ax		Max Drift	Avg Drift	Torsi	AY	
5	72.6	70.6	1.03 OK	1		74.9	62.7	1.19 OK	1	
4	63.8	62.1	1.03 OK	1		64.9	54.6	1.19 OK	1	
3	49.8	48.5	1.03 OK	1		50.2	42.4	1.18 OK	1	
2	31.5	30.7	1.03 OK	1		31.4	26.6	1.18 OK	1	
1	12.1	11.8	1.03 OK	1		11.9	10.1	1.17 OK	1	

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa struktur pada penempatan 3, 4, dan 5 mengalami ketidakberaturan torsi kategori 1a pada arah Y.

3.2.3 Simpangan antar Tingkat

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2019) nilai simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak diizinkan melebihi nilai dari simpangan antar tingkat izin (Δ_a) yang didapatkan berdasarkan ketinggian setiap tingkat (h_{sx}) dan kategori risiko. Dalam pemeriksaan simpangan, nilai simpangan struktur diambil dari hasil analisis ETABS Tabel *Diaphragm Center of Mass Displacements*. Simpangan antar tingkat ditinjau pada arah X dan arah Y.

Tabel 14. Simpangan antar Tingkat Penempatan 1

Story	Hsx	Δ_a	Arah X			Arah Y		
			δe	Δx	Cek	δe	Δx	Cek
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	
5	4000	40	17.653	8.129	OK	19.381	9.70567	OK
4	4000	40	15.436	12.3053	OK	16.734	13.8527	OK
3	4000	40	12.08	15.7997	OK	12.956	17.0977	OK
2	4000	40	7.771	17.2223	OK	8.293	18.469	OK
1	4000	40	3.074	11.2713	OK	3.256	11.9387	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 15. Simpangan antar Tingkat Penempatan 2

Story	Hsx	Δ_a	Arah X			Arah Y		
			δe	Δx	Cek	δe	Δx	Cek
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	
5	4000	40	21.298	9.284	OK	24.66	11.1027	OK
4	4000	40	18.766	14.4833	OK	21.632	16.9913	OK
3	4000	40	14.816	19.272	OK	16.998	22.286	OK
2	4000	40	9.56	21.318	OK	10.92	24.4127	OK
1	4000	40	3.746	13.7353	OK	4.262	15.6273	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 16. Simpangan antar Tingkat Penempatan 3

Story	Hsx (mm)	Δa (mm)	Arah X			Arah Y		
			δe (mm)	Δx (mm)	Cek	δe (mm)	Δx (mm)	Cek
5	4000	40	20.61	8.921	OK	24.815	11.9937	OK
4	4000	40	18.177	14.0507	OK	21.544	17.2333	OK
3	4000	40	14.345	18.6707	OK	16.844	22.2713	OK
2	4000	40	9.253	20.6433	OK	10.77	24.2037	OK
1	4000	40	3.623	13.2843	OK	4.169	15.2863	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 17. Simpangan antar Tingkat Penempatan 4

Story	Hsx (mm)	Δa (mm)	Arah X			Arah Y		
			δe (mm)	Δx (mm)	Cek	δe (mm)	Δx (mm)	Cek
5	4000	40	20.621	8.92467	OK	25.443	11.803	OK
4	4000	40	18.187	14.0397	OK	22.224	17.6917	OK
3	4000	40	14.358	18.667	OK	17.399	22.9937	OK
2	4000	40	9.267	20.6617	OK	11.128	25.003	OK
1	4000	40	3.632	13.3173	OK	4.309	15.7997	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 18. Simpangan antar Tingkat Penempatan 5

Story	Hsx (mm)	Δa (mm)	Arah X			Arah Y		
			δe (mm)	Δx (mm)	Cek	δe (mm)	Δx (mm)	Cek
5	4000	40	21.257	9.284	OK	25.319	11.6893	OK
4	4000	40	18.725	14.443	OK	22.131	17.5523	OK
3	4000	40	14.786	19.228	OK	17.344	22.8507	OK
2	4000	40	9.542	21.2777	OK	11.112	24.9077	OK
1	4000	40	3.739	13.7097	OK	4.319	15.8363	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 19. Simpangan antar Tingkat Penempatan 6

Story	Hsx (mm)	Δa (mm)	Arah X			Arah Y		
			δe (mm)	Δx (mm)	Cek	δe (mm)	Δx (mm)	Cek
5	4000	40	21.366	9.218	OK	23.381	11.0953	OK
4	4000	40	18.852	14.5493	OK	20.355	16.06	OK
3	4000	40	14.884	19.3637	OK	15.975	20.9733	OK
2	4000	40	9.603	21.417	OK	10.255	22.9497	OK
1	4000	40	3.762	13.794	OK	3.996	14.652	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 20. Simpangan antar Tingkat Penempatan 7

Story	Hsx (mm)	Δa (mm)	Arah X			Arah Y		
			δe (mm)	Δx (mm)	Cek	δe (mm)	Δx (mm)	Cek

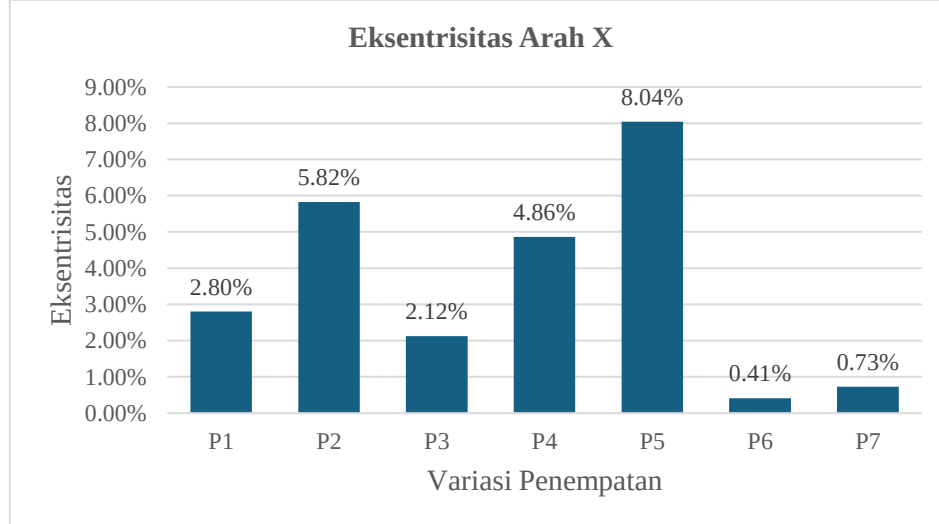
5	4000	40	21.222	9.14467	OK	23.595	10.604	OK
4	4000	40	18.728	14.4247	OK	20.703	16.2617	OK
3	4000	40	14.794	19.2097	OK	16.268	21.3253	OK
2	4000	40	9.555	21.2703	OK	10.452	23.342	OK
1	4000	40	3.754	13.7647	OK	4.086	14.982	OK

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai simpangan semua penempatan tidak melebihi simpangan antar tingkat izin (Δa).

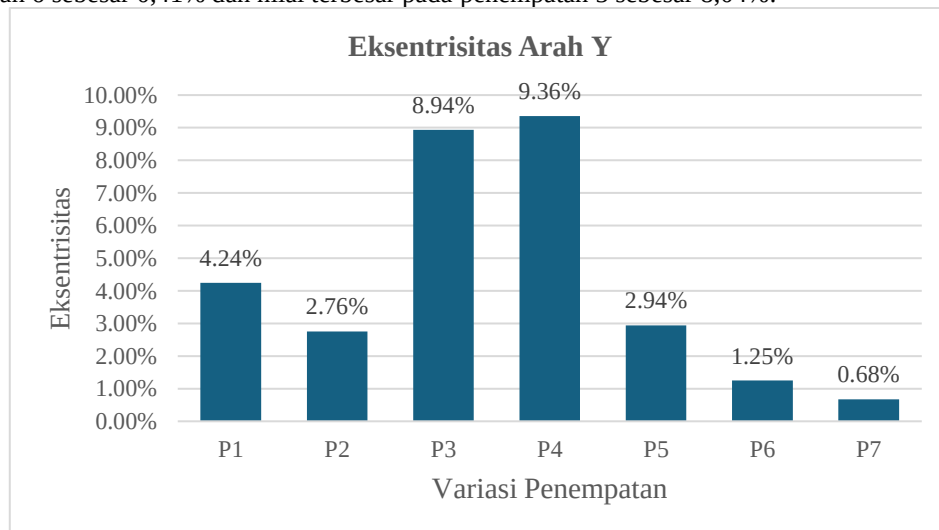
3.3 Perbandingan Nilai Eksentrisitas Pada Setiap Penempatan

Perbandingan nilai eksentrisitas pada setiap penempatan dapat dilihat pada Gambar 8 sampai 10.



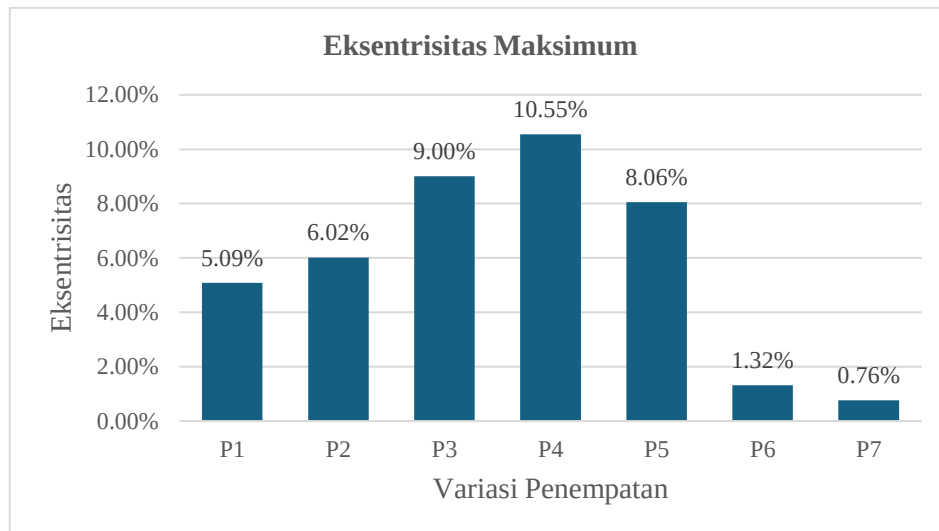
Gambar 8. Grafik Eksentrisitas Arah X

Pada arah X, nilai eksentrisitas penempatan 1 (eksisting) sebesar 2,8%, dengan nilai terkecil pada penempatan 6 sebesar 0,41% dan nilai terbesar pada penempatan 5 sebesar 8,04%.



Gambar 9. Grafik Eksentrisitas Arah Y

Pada arah Y, nilai eksentrisitas penempatan 1 (eksisting) sebesar 4,24%, dengan nilai terkecil pada penempatan 7 sebesar 0,68% dan nilai terbesar pada penempatan 4 sebesar 9,36%.

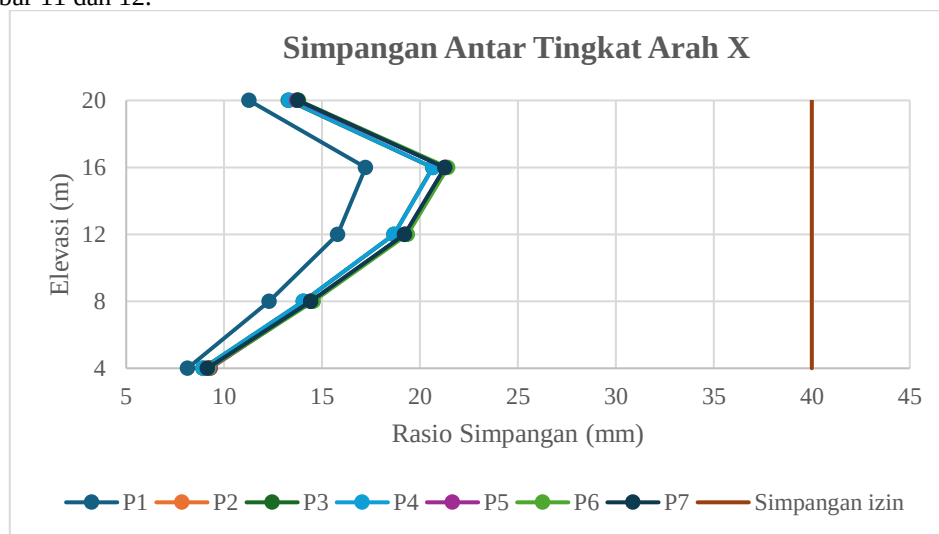


Gambar 10. Grafik Eksentrisitas Maksimum

Eksentrisitas terendah terdapat pada Penempatan 7 sebesar 0,76% karena posisi tangga yang simetris terhadap sumbu X dan Y. Eksentrisitas tertinggi terdapat pada Penempatan 4 sebesar 10,55% karena posisi tangga yang saling berdekatan pada arah X dan Y.

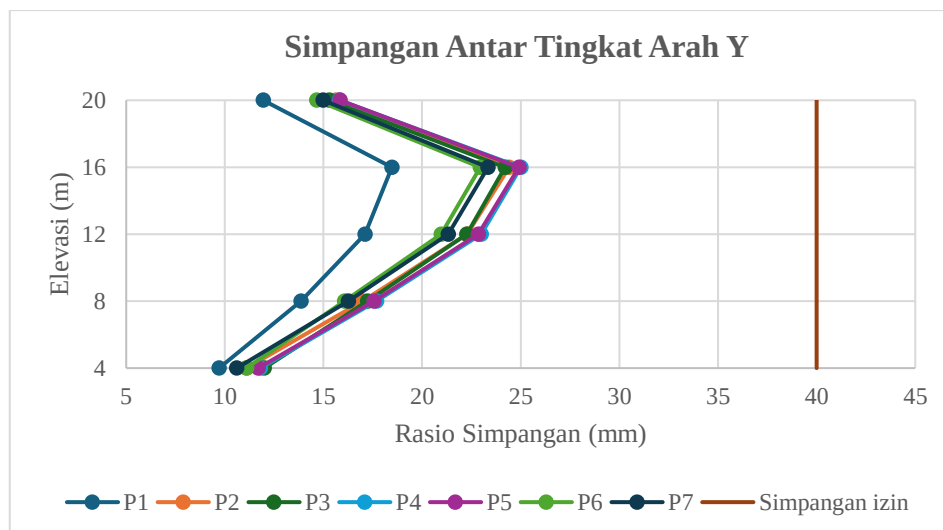
3.4 Perbandingan Nilai Simpangan Pada Setiap Penempatan

Nilai simpangan antar tingkat izin (Δa) adalah 40 mm untuk semua penempatan pada arah X dan arah Y jika melewati nilai tersebut maka dianggap tidak aman. Perbandingan nilai Simpangan pada setiap lantai pada gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Grafik Simpangan Arah X

Pada Arah X terlihat simpangan terkecil terjadi pada penempatan 1 kemudian penempatan 4, dan simpangan terbesar terjadi pada penempatan 6.



Gambar 12. Grafik Simpanan Arah Y

Pada Arah Y terlihat simpanan terkecil terjadi pada penempatan 1 kemudian penempatan 6, dan simpanan terbesar terjadi pada penempatan 4.

4 KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa meskipun tanpa dinding geser, nilai eksentrisitas yang diperoleh masih lebih rendah dibandingkan dengan penempatan eksisting, khususnya pada penempatan 6 dan 7. Nilai eksentrisitas terkecil ditemukan pada penempatan 7, yaitu sebesar 0,73% pada arah X, 0,68% pada arah Y, dan maksimum 0,76%, di mana posisi tangga berada secara simetris terhadap sumbu X dan Y. Sebaliknya, nilai eksentrisitas terbesar terdapat pada penempatan 4, dengan nilai 4,86% pada arah X, 9,36% pada arah Y, dan maksimum 10,55%, yang menunjukkan bahwa posisi tangga yang berdekatan menyebabkan ketidakseimbangan struktur. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi penempatan tangga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya eksentrisitas bangunan.

4.2 Saran/Rekomendasi

Beberapa saran yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini antara lain, untuk mengurangi nilai eksentrisitas, penting bagi perencana struktur untuk memahami secara menyeluruh bentuk struktur dan beban yang direncanakan sehingga dapat dilakukan upaya perancangan yang mampu meminimalkan eksentrisitas tersebut. Selain itu, untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar analisis dilakukan dengan menggunakan metode analisis riwayat waktu (time history analysis) guna memperoleh hasil yang lebih mendekati kondisi dinamis sebenarnya. Penelitian lanjutan juga dapat mempertimbangkan penggunaan model tangga yang berbeda, misalnya dengan menghilangkan tangga atau memodelkannya dalam bentuk lain, sehingga dapat diketahui pengaruh variasi model tangga terhadap eksentrisitas bangunan secara lebih komprehensif.

REFERENSI

- Ayuddin, A. (2024). Analisis struktur perencanaan gedung kantor dengan software ETABS. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 9(2), 280-291.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-1726-2002: Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Batu, M. L., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). Efisiensi penggunaan dinding geser untuk mereduksi efek torsi pada bangunan yang tidak beraturan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(1), 29-35.
- Faisal, A. (2019). Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Dengan Bentuk Denah L, T Dan U Akibat Gempa. *Progress In Civil Engineering Journal*, 1(1), 63-73.
- Harsoyo, Y. A. (2016). Pengaruh Pemodelan Elemen Tangga pada Gedung Beton Bertulang terhadap Beban Gempa: Studi Kasus Gedung Hotel Tajem Paradise City Yogyakarta 5 Lantai. *Semesta Teknika*, 19(2), 142-147.
- Jamika, F. I., Monica, F., Fitri, M. M., Syafardi, Z., Barlian, E., Dewata, I., ... & Syah, N. (2023). Pemukiman Vertikal Sebagai Upaya Mengatasi Kepadatan Penduduk di Indonesia. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 4(1), 9-17.

- Kumar, S., & Hasibuan, S. A. R. S. (2025). Kajian Analisis Struktur Gedung 2D dengan Ketidakberaturan Vertikal Menggunakan Metode Nonlinear Pushover. *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, 6(1), 424-436.
- Limbongan, S., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2016). Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8), 130435.
- Ramadhani, S. F., Saputra, J., & Rosyidah, A. (2022). Efek Torsi Bangunan Terhadap Respon Struktur Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda. *Jurnal Ilmiah Dinamika*, 18(1), 1.
- Silitonga, R. A. P., Simatupang, P. H., & Messah, Y. A. (2023). Studi Pengaruh Tangga Pada Pemodelan Struktur Bangunan Takberaturan Akibat Beban Gempa. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Sunaryati, J., Kurniawan, R., & Putra, E. S. (2009). Pengaruh Eksentrisitas Pusat Massa Bangunan Beton Bertulang Terhadap Stabilitas Struktur yang Mengalami Beban Gempa. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(1), 1-10.
- Takesan, J. H., Simatupang, P. H., & Bunganaen, W. (2021). Studi Pengaruh Tangga pada Pemodelan Struktur Bangunan Beraturan Akibat Beban Gempa dengan Menggunakan Software ETABS. *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)*.
- Purwantoro, A. D. S., Fajar, M. N., Arifin, H., Aris, M., & Ja'far, A. (2023). Studi Perbandingan Pengaruh Letak Dinding Geser Pada Bangunan Bertingkat Akibat Beban Gempa. *Konstruksia*, 15(1), 35-45.
- Yahya, T. A., Faslih, A., & Ahdiyani, W. (2024). Apartemen Rs. Jantung Dengan Pendekatan Arsitektur Berkelanjutan Di Kota Kendari. *Garis: Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, 9(3), 169-179.