

### 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 Ahmad<sup>1</sup>, Kasmat Saleh Nur<sup>2</sup>, Mirzan Gani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

[sarwanahmad1511@gmail.com](mailto:sarwanahmad1511@gmail.com)<sup>1</sup>, [kasmatnur@ung.ac.id](mailto:kasmatnur@ung.ac.id)<sup>2</sup>, [mirzan@ung.ac.id](mailto:mirzan@ung.ac.id)<sup>3</sup>

| Article Info  | Abstract   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b></p> <p>Received: 6 Oktober 2025<br/>Revised: 16 Oktober 2025<br/>Accepted: 20 Oktober 2025</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Eccentricity<br/>Multi-storey Building<br/>ETABS<br/>Stair Placement</p> <p><b>Kata Kunci:</b></p> <p>Eksentrisitas<br/>Gedung Bertingkat,<br/>ETABS<br/>Penempatan Tangga</p> | <p><i>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.</i></p> <p><b>Abstrak</b></p> <p>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.</p> |

### ***Corresponding Author:***

Sarwan Ahmad  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Gorontalo  
[sarwanahmad1511@gmail.com](mailto: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 ketidakteraturan. 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.

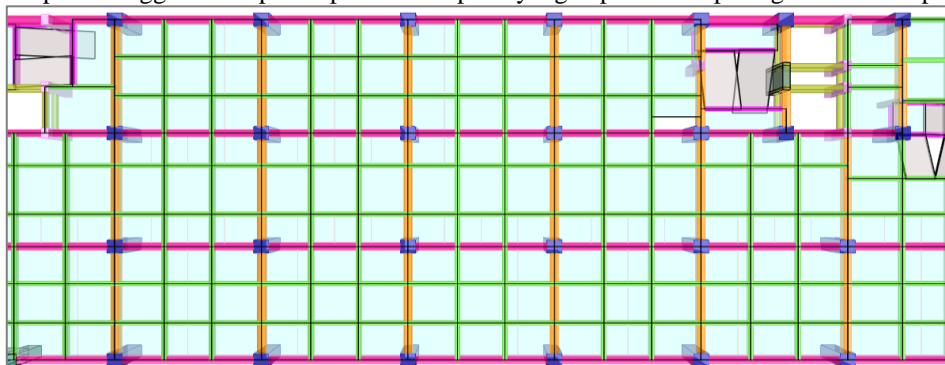
### 2.1.7 Kesimpulan dan saran

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.

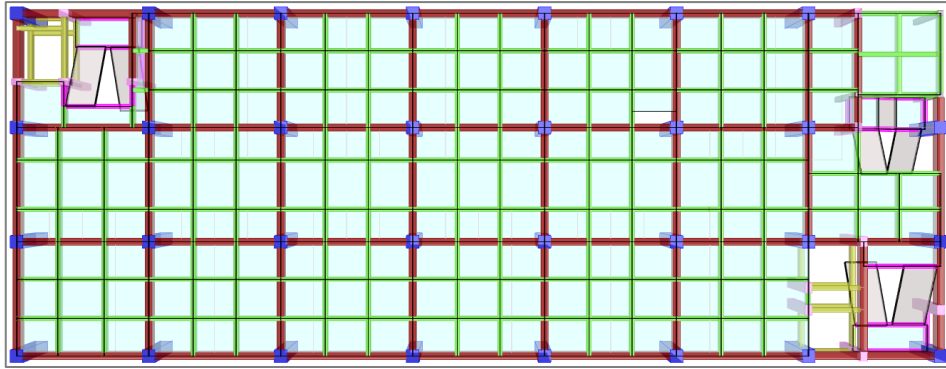
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pemodelan Variasi Penempatan Tangga

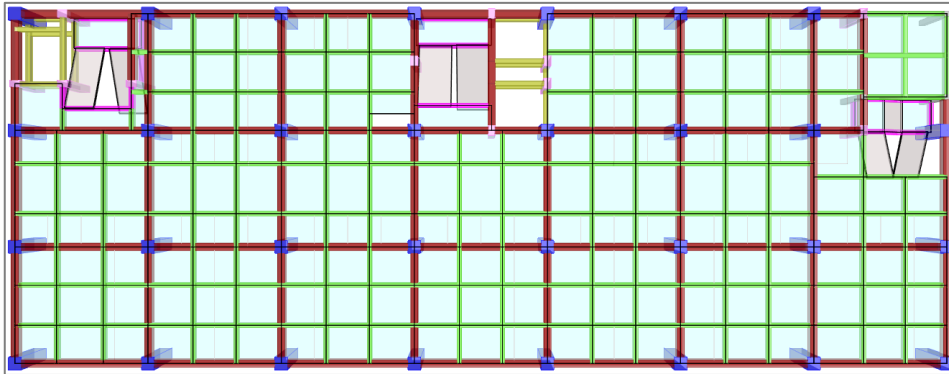
Pemodelan di buat dalam aplikasi ETABS dengan penempatan eksisting sebagai Penempatan 1 dan variasi penempatan tangga untuk penempatan 2 sampai 7 yang dapat dilihat pada gambar 1 sampai 7.



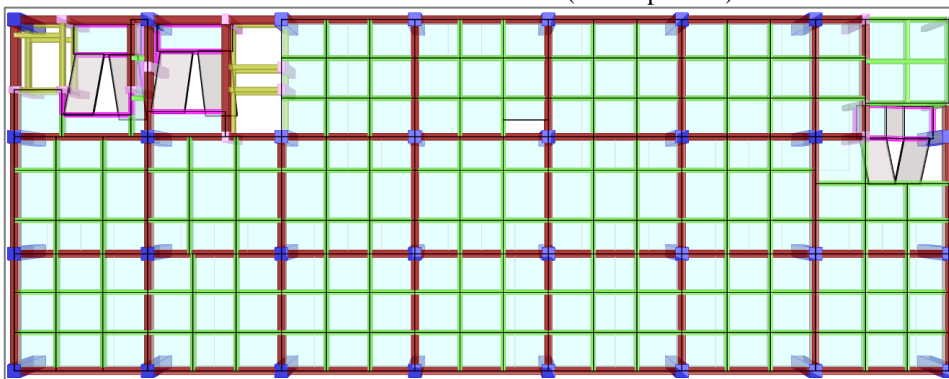
Gambar 1. Denah ETABS (Penempatan 1)



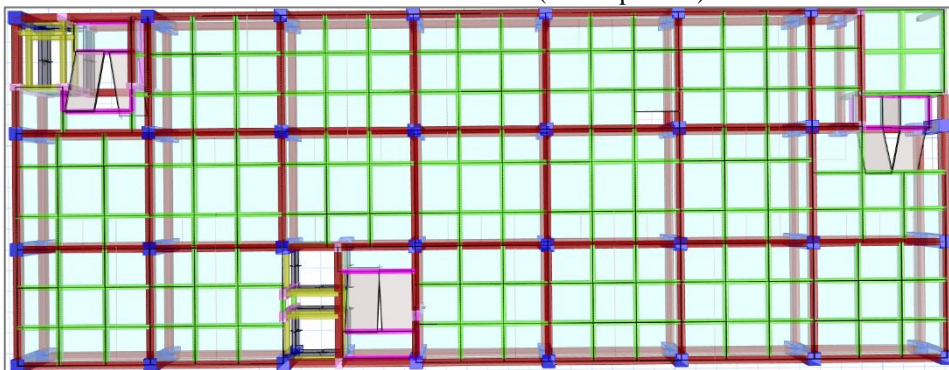
Gambar 2. Denah ETABS (Penempatan 2)



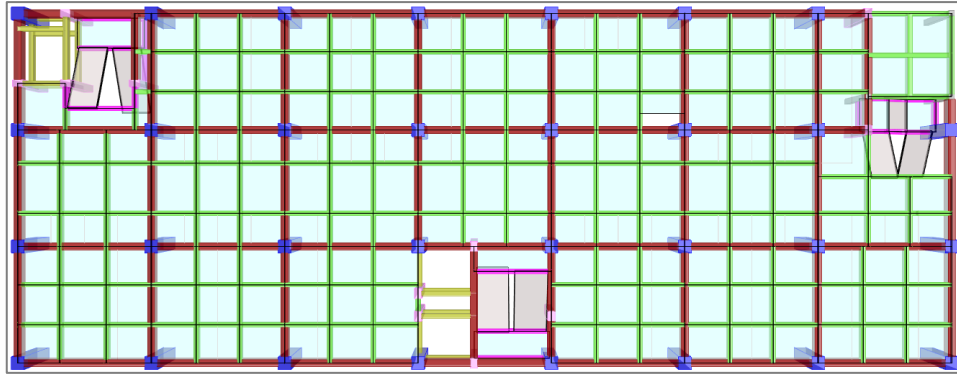
Gambar 3. Denah ETABS (Penempatan 3)



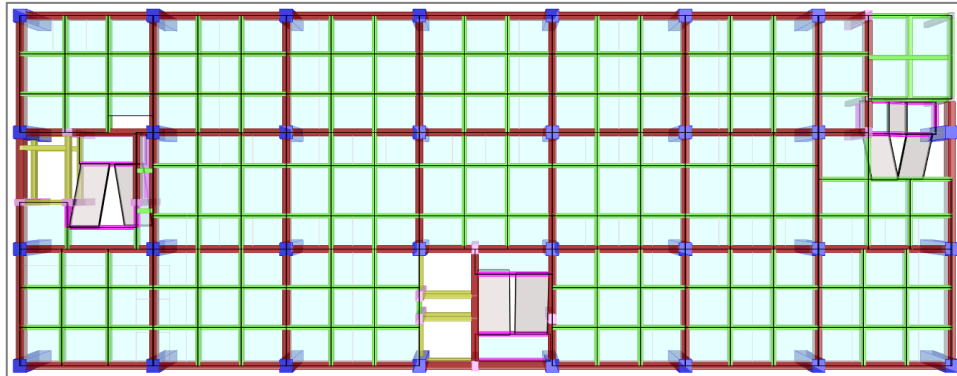
Gambar 4. Denah ETABS (Penempatan 4)



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> | <i>YCM</i> | <i>XCR</i> | <i>YCR</i> | $e_{0x}$ | $e_{0y}$ | $e_{0max}$ | $e_x$ | $e_y$ | $e_{max}$ |
|-------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|------------|-------|-------|-----------|
|       | M          | m          | m          | m          | m        | m        | m          | %     | %     | %         |
| 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> | <i>YCM</i> | <i>XCR</i> | <i>YCR</i> | $e_{0x}$ | $e_{0y}$ | $e_{0max}$ | $e_x$ | $e_y$ | $e_{max}$ |
|-------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|------------|-------|-------|-----------|
|       | M          | m          | m          | m          | m        | m        | m          | %     | %     | %         |
| 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> | $e_{0x}$ | $e_{0y}$ | $e_{0max}$ | $e_x$ | $e_y$ | $e_{max}$ |
|-------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|------------|-------|-------|-----------|
|-------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|------------|-------|-------|-----------|

|   | 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 <sub>0x</sub> | e <sub>0y</sub> | e <sub>0max</sub> | e <sub>x</sub> | e <sub>y</sub> | e <sub>max</sub> |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
|       | 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 <sub>0x</sub> | e <sub>0y</sub> | e <sub>0max</sub> | e <sub>x</sub> | e <sub>y</sub> | e <sub>max</sub> |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
|       | 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 <sub>0x</sub> | e <sub>0y</sub> | e <sub>0max</sub> | e <sub>x</sub> | e <sub>y</sub> | e <sub>max</sub> |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
|       | 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 <sub>0x</sub> | e <sub>0y</sub> | e <sub>0max</sub> | e <sub>x</sub> | e <sub>y</sub> | e <sub>max</sub> |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
|       | 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 ( $\Delta$ ) tidak diizinkan melebihi nilai dari simpangan antar tingkat izin ( $\Delta_a$ ) 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  | $\Delta_a$ | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |      |            | $\delta e$ | $\Delta x$ | Cek | $\delta e$ | $\Delta x$ | 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  | $\Delta_a$ | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |      |            | $\delta e$ | $\Delta x$ | Cek | $\delta e$ | $\Delta x$ | 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<br>(mm) | Δa<br>(mm) | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |             |            | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek | δe<br>(mm) | Δx<br>(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<br>(mm) | Δa<br>(mm) | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |             |            | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek | δe<br>(mm) | Δx<br>(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<br>(mm) | Δa<br>(mm) | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |             |            | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek | δe<br>(mm) | Δx<br>(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<br>(mm) | Δa<br>(mm) | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |             |            | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek | δe<br>(mm) | Δx<br>(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<br>(mm) | Δa<br>(mm) | Arah X     |            |     | Arah Y     |            |     |
|-------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|-----|
|       |             |            | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek | δe<br>(mm) | Δx<br>(mm) | Cek |

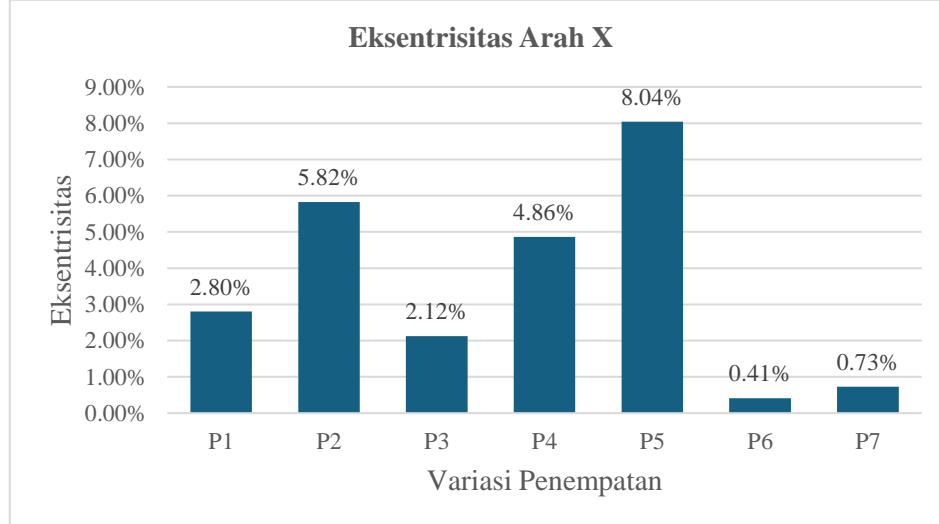
|   |      |    |        |         |    |        |         |    |
|---|------|----|--------|---------|----|--------|---------|----|
| 5 | 4000 | 40 | 21.222 | 9.14467 | OK | 23.595 | 10.604  | OK |
| 4 | 4000 | 40 | 18.728 | 14.4247 | OK | 20.703 | 16.2617 | OK |
| 3 | 4000 | 40 | 14.794 | 19.2097 | 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 ( $\Delta a$ ).

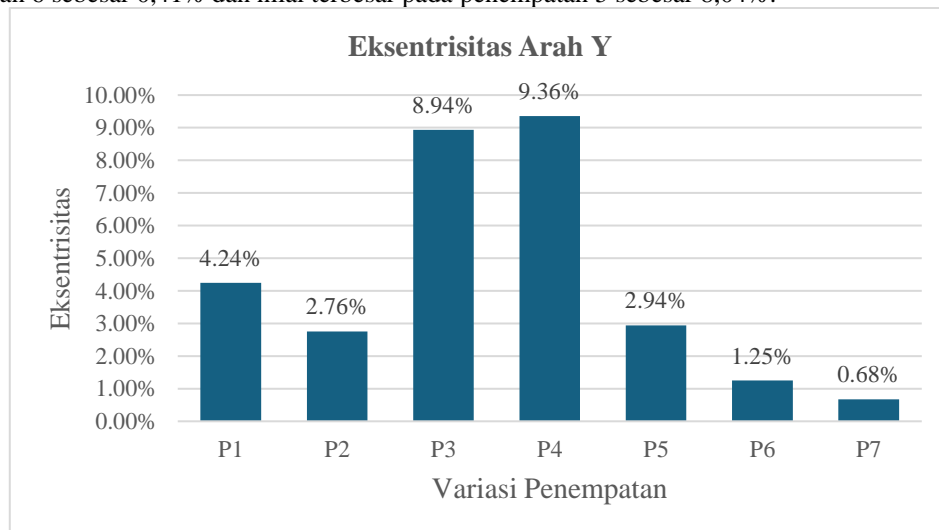
### 3.3 Perbandingan Nilai Eksentrisitas Pada Setiap Penempatan

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



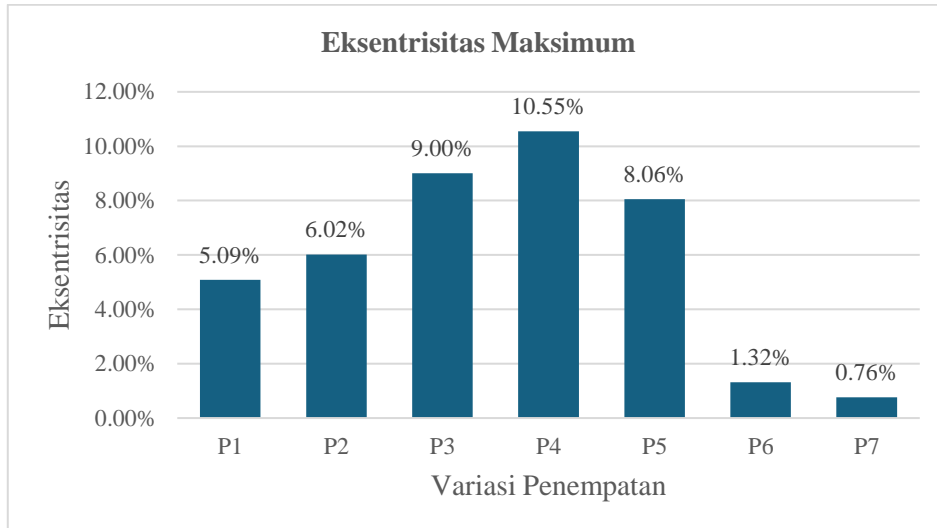
Gambar 8. Grafik Eksentrisitas Arah X

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%.

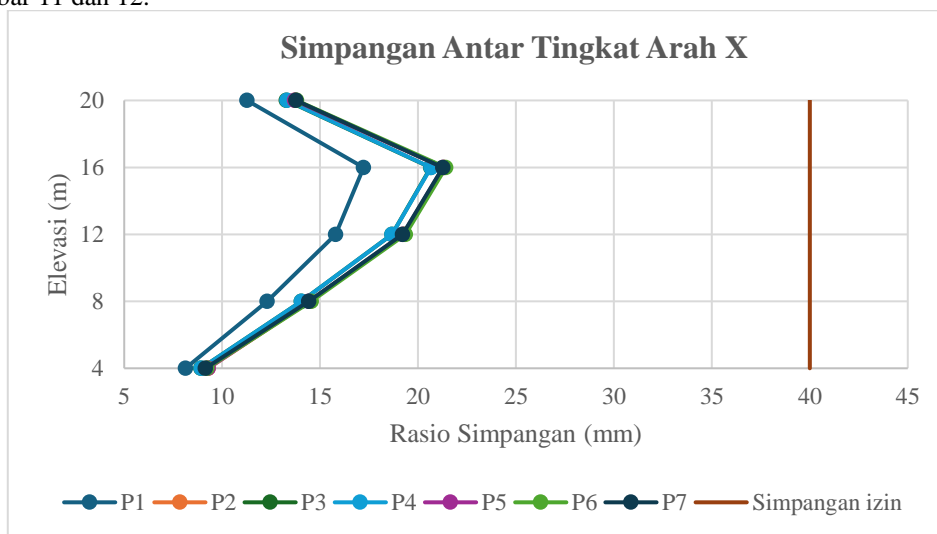


Gambar 10. Grafik Eksentrisitas Maksimum

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.

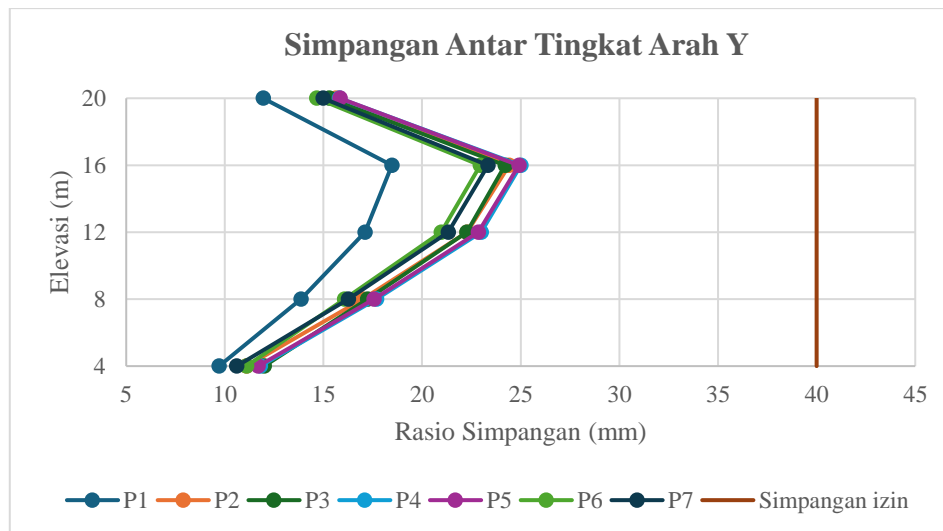
### 3.4 Perbandingan Nilai Simpangan Pada Setiap Penempatan

Nilai simpangan antar tingkat izin ( $\Delta$ ) 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 Simpangan Arah Y

Pada Arah Y terlihat simpangan terkecil terjadi pada penempatan 1 kemudian penempatan 6, dan simpangan 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)*.
- Purwanto, 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.