

## ANALISIS KONFIGURASI PERLETAKAN *SHEAR WALL* TERHADAP *HORIZONTAL IRREGULARITY* STRUKTUR GEDUNG DKV ITS

Muhammad Dhanang Kurniansyah<sup>1</sup>, Kharisma Nur Cahyani<sup>2</sup>, Armin Naibaho<sup>3</sup>

Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Email: [ghanangsyh@gmail.com](mailto:ghanangsyh@gmail.com)<sup>1</sup>, [kharismanurcahyono@polinema.ac.id](mailto:kharismanurcahyono@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [armin.naibaho@polinema.ac.id](mailto:armin.naibaho@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Struktur gedung dengan denah berbentuk L memiliki kerentanan tinggi terhadap respons torsi akibat ketidakberaturan distribusi massa dan kekakuan yang memicu eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan. Kondisi tersebut menyebabkan respons seismik bangunan menjadi lebih kompleks dibandingkan struktur beraturan sehingga memerlukan sistem penahan gaya lateral yang mampu mengendalikan efek torsi secara efektif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh konfigurasi perletakan *shear wall* terhadap *horizontal irregularity* dan respons struktur Gedung DKV ITS menggunakan analisis respons spektrum linier dinamik berdasarkan SNI 1726-2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur eksisting mengalami ketidakberaturan torsi (Tipe 1a) pada kedua arah dengan rasio simpangan maksimum sebesar 1,20. Penambahan *shear wall* Model SW2 yang terdistribusi seimbang pada kedua arah (50% X; 50% Y) mampu menghilangkan ketidakberaturan torsi dengan menurunkan rasio simpangan maksimum menjadi 1,11 pada arah X dan 1,14 pada arah Y. Selain itu, simpangan antar tingkat berhasil direduksi dari 97,58 mm (X) dan 75,40 mm (Y) menjadi 21,64 mm (X) dan 40,32 mm (Y) sehingga memenuhi batas simpangan izin berdasarkan SNI 1726-2019. Meskipun Model SW2 masih memiliki nilai eksentrisitas yang relatif besar, distribusi kekakuan yang lebih merata menghasilkan periode getar yang lebih rendah serta mampu mengendalikan simpangan dan respons torsi secara efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa pada struktur berdenah berbentuk L, besarnya eksentrisitas tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator ketidakberaturan torsi. Hubungan antara eksentrisitas dan respons torsi pada struktur berdenah tidak beraturan tidak bersifat linier. Besarnya eksentrisitas hanya merepresentasikan potensi terjadinya torsi, sedangkan respons torsi aktual lebih dipengaruhi oleh distribusi kekakuan, karakteristik dinamik struktur, serta konfigurasi sistem penahan gaya lateral yang menentukan kemampuan struktur dalam mengendalikan simpangan akibat beban gempa.

**Kata Kunci:** *Horizontal irregularity*, *shearwall*, respons spektrum, simpangan antar tingkat.

### ABSTRACT

*Buildings with L-shaped plans are highly susceptible to torsional response due to the irregular distribution of mass and stiffness, which induces eccentricity between the center of mass and the center of rigidity. This condition results in a more complex seismic response than that of regular structures, requiring an effective lateral force-resisting system to control torsional effects. This study aims to investigate the influence of shear wall layout configuration on the horizontal irregularity and structural response of the DKV ITS Building using linear dynamic response spectrum analysis based on SNI 1726-2019. The analysis results indicate that the existing structure exhibits torsional irregularity (Type 1a) in both principal directions with a maximum drift ratio of 1,20. The addition of the SW2 shear wall configuration, which is symmetrically distributed in both directions (50% X; 50% Y), successfully eliminated torsional irregularity by reducing the maximum drift ratio to 1,11 in the X-direction and 1,14 in the Y-direction. Furthermore, the inter-story drift was reduced from 97,58 mm (X) and 75,40 mm (Y) to 21,64 mm (X) and 40,32 mm (Y), satisfying the allowable drift limits specified in SNI 1726-2019. Although the SW2 model still exhibits relatively large eccentricity, a more balanced stiffness distribution resulted in a shorter fundamental period and effectively controlled both inter-story drift and torsional response. These findings indicate that, for L-shaped buildings, the magnitude of eccentricity cannot be considered the sole indicator of torsional irregularity. The relationship between eccentricity and torsional response in plan-irregular structures is not linear. Eccentricity merely represents the potential for torsional response, whereas the actual torsional behavior is governed primarily by stiffness distribution, structural dynamic characteristics, and the configuration of the lateral force-resisting system, which collectively determine the structure's ability to control seismic drift.*

**Keywords:** *Horizontal irregularity*, *shearwall*, response spectrum, inter-story drift.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar belakang

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan seismik yang sangat tinggi akibat posisi geografisnya di jalur cincin api, sehingga pemenuhan standar ketahanan gempa pada bangunan bertingkat bersifat mutlak [1]. Namun, pesatnya pembangunan infrastruktur pada bidang pendidikan sering kali dihadapkan pada keterbatasan lahan yang memaksa adopsi desain denah bangunan tidak beraturan (*horizontal irregularity*) [2], seperti bentuk L, yang secara struktural sangat rentan terhadap efek torsi dan konsentrasi tegangan terpusat [3]. Gedung dengan denah berbentuk L memiliki kemungkinan terjadi ketidakberaturan. Gedung dengan ketidakberaturan bentuk menunjukkan perbedaan kinerja seismik dibandingkan gedung beraturan, meskipun menerima intensitas beban gempa yang sama. Perbedaan ini terlihat pada nilai displacement, drift, dan kebutuhan tulangan struktur [4].

Salah satunya terdapat pada Gedung Perkuliahan Desain Komunikasi Visual ITS Surabaya, gedung struktur beton bertulang 5 lantai dengan konfigurasi denah berbentuk L yang saat ini tidak memiliki sistem penahan lateral khusus seperti dinding geser (*shear wall*). Tanpa adanya penahan lateral yang memadai, ketidakberaturan denah tersebut akan memicu eksentrisitas yang besar antara pusat massa dan pusat kekakuan bangunan, yang berpotensi meningkatkan simpangan antar lantai secara masif dan memperbesar risiko kegagalan struktural saat terjadi gempa bumi [5]. Penambahan *shear wall* dapat menjadi solusi sebagai sistem penahan lateral khusus dan mampu meningkatkan gaya geser [6], namun efektivitasnya sangat bergantung pada konfigurasi perletakkannya, karena konfigurasi yang keliru justru dapat memperburuk perilaku torsi struktur [7].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konfigurasi letak *shear wall* terhadap ketidakberaturan horizontal dan respons struktur terhadap beban gempa menggunakan analisis dinamik respons spektrum berdasarkan peraturan SNI 1726-2019.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, penulis menentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis ketidakberaturan horizontal struktur eksisting Gedung DKV-ITS dan struktur dengan penambahan *shear wall*?
2. Bagaimana nilai eksentrisitas, ketidakberaturan horizontal, dan respons struktur dari struktur eksisting dan struktur dengan penambahan elemen *shear wall*?

### Tujuan

Mengacu pada rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil analisis ketidakberaturan horizontal pada struktur eksisting Gedung DKV ITS dan struktur dengan penambahan *shear wall*.
2. Membandingkan hasil analisis ketidakberaturan horizontal dan respons struktur eksisting dengan model *shear wall*.
3. Mengetahui perbandingan Rencana Anggaran Biaya pekerjaan struktur antara model eksisting dengan model penambahan *shear wall*.

### Tinjauan Pustaka

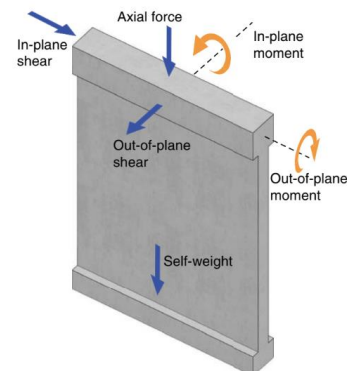
Penambahan dinding geser pada struktur dengan denah berbentuk L merupakan salah satu langkah konservatif dalam meminimalkan efek torsi yang memungkinkan terjadi akibat beban gempa [8]. Kinerja dinding geser dalam meminimalkan efek torsi yang optimal bergantung pada konfigurasi perletakkannya [9]. Letak dinding geser (*shear wall*) memiliki peran yang signifikan dalam mengoptimalkan respons struktur terhadap beban seismik [7].

### Ketidakberaturan Horizontal

Struktur gedung dikatakan memiliki ketidakberaturan horizontal jika memenuhi salah satu atau lebih kriteria ketidakberaturan horizontal yang tercantum [10] pasal 7.3.3. Ketidakberaturan horizontal meliputi ketidakberaturan torsi 1a, ketidakberaturan torsi berlebihan 1b, ketidakberaturan sudut dalam, ketidakberaturan diskontinuitas diafragma, ketidakberaturan pergeseran tegak lurus terhadap bidang, dan ketidakberaturan sistem non paralel.

### Definisi Dinding Geser

Dinding geser (*shear wall*) merupakan elemen struktural vertikal yang dirancang untuk menahan gaya seismik dengan fungsi sebagai pengaku kontinu hingga ke budi [11].

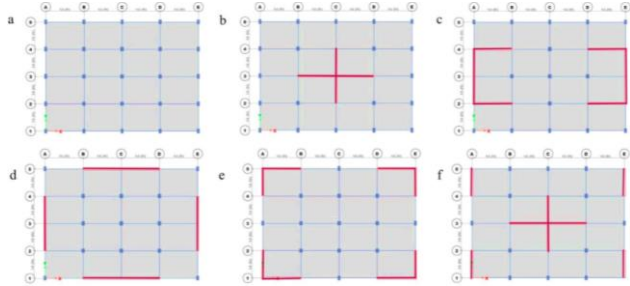


**Gambar 1.** Gaya yang bekerja pada bidang dinding geser

Sumber: ACI 318-19

### Perletakan Dinding Geser

Perletakan dinding geser merupakan aspek krusial dalam desain struktur gedung bertingkat, khususnya pada bangunan dengan ketidakberaturan bentuk [12]. Posisi dan konfigurasi *shear wall* yang tidak tepat dapat menimbulkan eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan struktur, yang mengakibatkan efek torsi berlebihan saat struktur terkena beban lateral berupa beban gempa [7]. Menurut [13], pada struktur gedung bertingkat, penempatan *shear wall* dapat disesuaikan dengan konfigurasi bentuk denah dari struktur tersebut. Diperkuat oleh [14], penempatan *shear wall* yang simetris dan strategis dapat meningkatkan stabilitas struktur



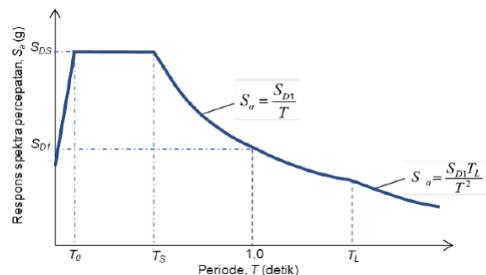
**Gambar 2.** Perletakan *shear wall*  
Sumber: (Simon dkk., 2023)

### Preliminary Design

Perencanaan dimensi elemen struktur meliputi balok, pelat lantai, kolom, dan *shear wall* ditentukan berdasarkan ketentuan yang termuat pada [15]. Khusus untuk elemen *shear wall* ketebalan minimum harus memperhatikan panjang penyaluran tulangan tarik yang terdapat pada [15] dengan ketebalan minimum sebesar 150 mm.

### Respons Spektrum Desain

Penentuan spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ) diperlukan beberapa parameter yang termuat pada [10]. Parameter tersebut meliputi faktor amplifikasi  $F_a$  dan  $F_v$ . Faktor tersebut dikalikan dengan  $S_s$  dan  $S_1$  untuk menghasilkan  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$ , lalu dikalikan lagi dengan  $2/3$  untuk mendapatkan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ . Di sisi lain, pengembangan kurva respons spektrum tiap segmen periode getar menggunakan rumus berbasis pada nilai  $T_0$ ,  $T_s$ , dan  $T_L$ .



**Gambar 3.** Spektrum Respon Desain  
Sumber: SNI 1726-2019

### Gaya Geser Dasar

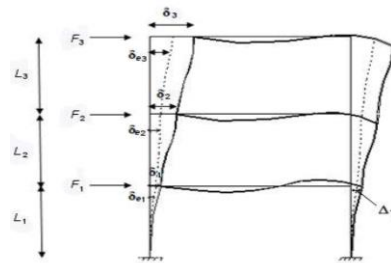
Berdasarkan SNI 1726-2019, nilai gaya dasar seismik statik ( $V_{\text{statik}}$ ) perlu ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W \quad (1.1)$$

Perhitungan gaya geser dinamik secara otomatis dilakukan oleh *software* analisis 3D. Jika nilai gaya geser dinamik kurang dari gaya geser statik, maka perlu diskalakan hingga memiliki nilai lebih dari atau sama dengan gaya geser statik.

### Simpangan Antar Tingkat

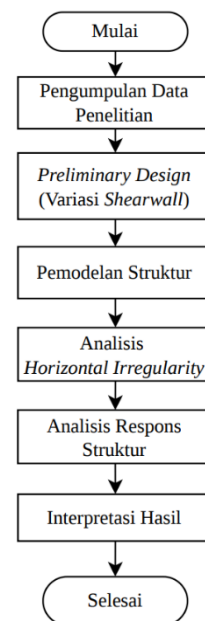
Menurut [10] simpangan antar lantai adalah suatu perpindahan lateral pada struktur di bagian atas tingkat terhadap tingkat di bawahnya. Simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) dihitung sebagai perbedaan simpangan pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Berikut ilustrasi simpangan antar lantai pada struktur gedung bertingkat.



**Gambar 4.** Simpangan antar tingkat  
Sumber: SNI 1726-2019

## 2. METODE

Bagan alir di bawah ini memuat rangkaian prosedur serta metodologi penelitian yang diaplikasikan secara terstruktur.



**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian  
Sumber: Pribadi

### Lokasi Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah gedung perkuliahan Desain Komunikasi Visual (DKV) yang berlokasi di Jalan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Struktur utama menggunakan beton bertulang dengan ketinggian 21 meter.

### Data Penelitian

Adapun dimensi elemen struktur eksisting yang digunakan pada penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Dimensi Penampang Eksisting

| Elemen       | Tipe | Dimensi (mm) |
|--------------|------|--------------|
| Pelat lantai | S1   | 130          |
|              | B1   | 500×900      |
| Balok        | B2   | 350×650      |
|              | B3   | 300×650      |
|              | B4   | 200×300      |
|              | B5   | 250×400      |
| Kolom        | K1   | 550×750      |
|              | K2   | 400×600      |

Sumber: Data Proyek

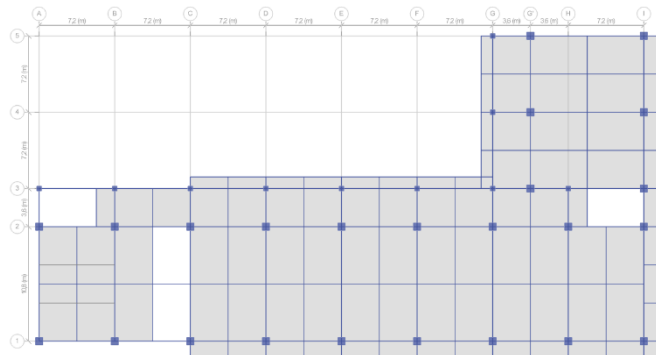
Selanjutnya, dimensi elemen struktur dengan *shear wall* adalah hasil perhitungan *preliminary design* sebagai berikut:

**Tabel 2.** Dimensi Penampang Model *Shearwall*

| Elemen           | Tipe   | Dimensi (mm) |
|------------------|--------|--------------|
| Pelat lantai     | S1     | 130          |
|                  | B1     | 400×700      |
| Balok            | B2     | 300×600      |
|                  | B3     | 350×600      |
|                  | B4     | 300×400      |
|                  | B5     | 250×400      |
| Kolom            | K1     | 700×700      |
|                  | K2     | 450×450      |
| <i>Shearwall</i> | SW 3,6 | 300          |
|                  | SW 7,2 | 300          |

Sumber: Pribadi

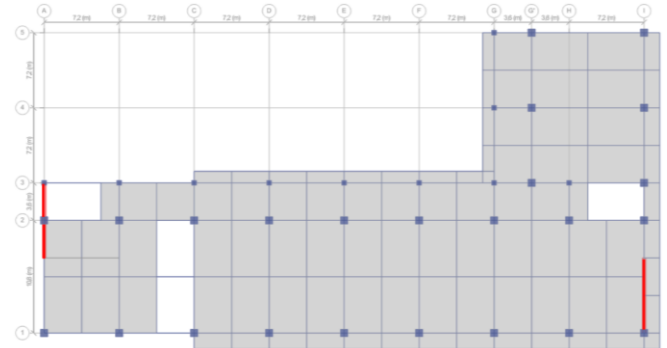
Berikut ini merupakan denah struktur eksisting Gedung DKV ITS:



**Gambar 6.** Denah Eksisting

Sumber: Data Proyek

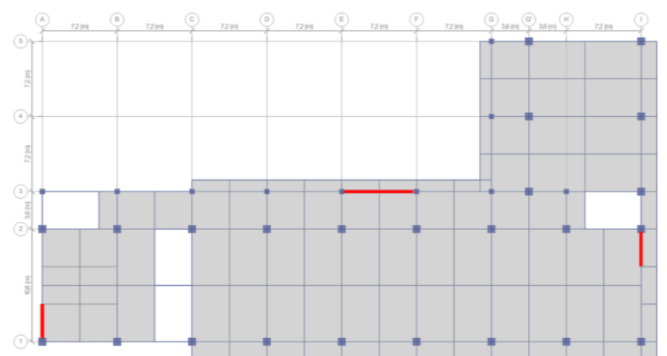
Adapun denah untuk struktur dengan penambahan *shear wall*, Model SW1 *shear wall* didistribusikan 0% (X) dan 100% (Y) seperti pada gambar berikut:



**Gambar 7.** Konfigurasi Model SW1

Sumber: *Software* analisis struktur 3D

Sedangkan Model SW2 *shear wall* didistribusikan secara seimbang 50% (X) dan 50% (Y) seperti pada gambar berikut:



**Gambar 8.** Konfigurasi Model SW2

Sumber: *Software* analisis struktur 3D

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil analisis yang dilakukan untuk mengetahui eksentrisitas, ketidakberaturan horizontal, dan respons struktur terhadap beban gempa yang terjadi pada struktur eksisting dengan struktur penambahan *shear wall*.

#### Eksentrisitas

Eksentrisitas terjadi jika *Center of Mass* (CoM) dan *Center of Rigidity* (CoR) tidak berada pada satu titik. Eksentrisitas yang besar menyebabkan momen torsi yang terjadi juga besar.

**Tabel 3.** Eksentrisitas antara CoM dan CoR Eksisting

| Tingkat | Arah X |       | Arah Y |       | $e_x$ | $e_y$ |
|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|         | CoM    | CoR   | CoM    | CoR   |       |       |
| 5       | 4,00   | 12,19 | 5,40   | 12,58 | 1,40  | 0,39  |
| 4       | 33,55  | 10,05 | 31,30  | 12,99 | 2,25  | 2,94  |
| 3       | 33,86  | 10,13 | 31,38  | 12,93 | 2,48  | 2,80  |
| 2       | 33,88  | 10,12 | 31,38  | 12,82 | 2,50  | 2,70  |
| 1       | 33,88  | 10,12 | 31,50  | 12,57 | 2,38  | 2,46  |

Berdasarkan Tabel 3, eksentrisitas yang terjadi pada struktur eksisting di kedua arah menunjukkan nilai yang relatif besar, sehingga memiliki kemungkinan terjadi ketidakberaturan torsi jika kekakuan elemen penahan gaya gempa tidak cukup mampu mengendalikan simpangan.

**Tabel 4.** Eksentrisitas antara CoM dan CoR Model SW1

| Tingkat | Arah X |       | Arah Y |       | $e_x$ | $e_y$ |
|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|         | CoM    | CoR   | CoM    | CoR   |       |       |
| 5       | 4,08   | 12,12 | 3,31   | 12,41 | 0,77  | 0,28  |
| 4       | 33,52  | 9,97  | 33,08  | 10,48 | 0,44  | 0,51  |
| 3       | 33,82  | 10,04 | 32,56  | 10,42 | 1,26  | 0,39  |
| 2       | 33,82  | 10,04 | 31,62  | 10,30 | 2,20  | 0,27  |
| 1       | 33,82  | 10,04 | 30,15  | 10,08 | 3,67  | 0,04  |

Berdasarkan Tabel 4, eksentrisitas yang terjadi pada Model SW1 di arah Y menunjukkan nilai yang relatif kecil, sehingga memiliki kemungkinan ketidakberaturan torsi pada arah Y mampu direduksi jika kekakuan elemen penahan gaya gempa mampu mengendalikan simpangan pada arah Y.

**Tabel 5.** Eksentrisitas antara CoM dan CoR Model SW2

| Tingkat | Arah X |       | Arah Y |       | $e_x$ | $e_y$ |
|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|         | CoM    | CoR   | CoM    | CoR   |       |       |
| 5       | 4,08   | 12,12 | 4,02   | 12,39 | 0,06  | 0,27  |
| 4       | 33,57  | 10,04 | 32,19  | 12,50 | 1,38  | 2,45  |
| 3       | 33,86  | 10,11 | 31,74  | 12,60 | 2,12  | 2,50  |
| 2       | 33,86  | 10,11 | 31,05  | 12,73 | 2,81  | 2,62  |
| 1       | 33,86  | 10,11 | 31,26  | 12,73 | 2,60  | 2,63  |

Berdasarkan Tabel 5, eksentrisitas yang terjadi pada Model SW2 di kedua arah menunjukkan nilai yang relatif besar seperti pada struktur eksisting, sehingga memiliki kemungkinan terjadi ketidakberaturan torsi yang besar jika kekakuan elemen penahan gaya gempa mampu mengendalikan simpangan pada kedua arahnya.

#### Ketidakberaturan Horizontal

Berikut hasil analisis ketidakberaturan horizontal untuk struktur eksisting dan struktur penambahan *shear wall* pada Model SW1 dan SW 2.

Contoh perhitungan ketidakberaturan torsi:

$$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} = \frac{5,771}{5,583} = 1,04 < 1,20 \text{ (Reguler)}$$

$$\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{avg}} = \frac{25,92}{21,69} = 1,20 = 1,20 \text{ (Irreguler Torsi 1a)}$$

**Tabel 6.** Ketidakberaturan Torsi Model Eksisting

| Tingkat | Arah X |          | Arah Y |          |
|---------|--------|----------|--------|----------|
|         | Rasio  | Cek      | Rasio  | Cek      |
| 5       | 1,04   | Reguler  | 1,01   | Reguler  |
| 4       | 1,19   | Reguler  | 1,18   | Reguler  |
| 3       | 1,20   | Torsi 1a | 1,19   | Reguler  |
| 2       | 1,18   | Reguler  | 1,20   | Torsi 1a |
| 1       | 1,16   | Reguler  | 1,19   | Reguler  |

**Tabel 7.** Ketidakberaturan Torsi Model SW1

| Tingkat | Arah X |         | Arah Y |         |
|---------|--------|---------|--------|---------|
|         | Rasio  | Cek     | Rasio  | Cek     |
| 5       | 1,06   | Reguler | 1,07   | Reguler |
| 4       | 1,01   | Reguler | 1,04   | Reguler |
| 3       | 1,01   | Reguler | 1,02   | Reguler |
| 2       | 1,01   | Reguler | 1,02   | Reguler |
| 1       | 1,01   | Reguler | 1,06   | Reguler |

Sumber: Pribadi

**Tabel 8.** Ketidakberaturan Torsi Model SW2

| Tingkat | Arah X |         | Arah Y |         |
|---------|--------|---------|--------|---------|
|         | Rasio  | Cek     | Rasio  | Cek     |
| 5       | 1,09   | Reguler | 1,12   | Reguler |
| 4       | 1,11   | Reguler | 1,08   | Reguler |
| 3       | 1,10   | Reguler | 1,10   | Reguler |
| 2       | 1,10   | Reguler | 1,12   | Reguler |
| 1       | 1,07   | Reguler | 1,14   | Reguler |

Contoh perhitungan ketidakberaturan sudut dalam:

$$\frac{P_X \text{ atau } P_Y}{L_X \text{ atau } L_Y} = \frac{43,2}{57,6} = 75\% > 15\% \text{ (Irreguler tipe 2)}$$

**Tabel 9.** Ketidakberaturan Sudut Dalam

| Arah | L(m) | P(m) | Rasio sudut dalam | Cek              |
|------|------|------|-------------------|------------------|
| X    | 57,6 | 43,2 | 75,0%             | Irregular tipe 2 |
| Y    | 28,8 | 14,4 | 50,0%             | Irregular tipe 2 |

Contoh perhitungan ketidakberaturan diskontinuitas diafragma:

$$\frac{A_{void}}{A_{bruto}} = \frac{78,12}{1013,76} = 7,71\% < 50\% \text{ (Reguler)}$$

**Tabel 10.** Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

| Tingkat | Abruto (m2) | Avoid (m2) | Ratio Void | Kontrol |
|---------|-------------|------------|------------|---------|
| 5       | 37,72       | 0          | 0,00%      | Regular |
| 4       | 1013,76     | 25,92      | 2,56%      | Regular |
| 3       | 1013,76     | 78,12      | 7,71%      | Regular |
| 2       | 1013,76     | 78,12      | 7,71%      | Regular |
| 1       | 1013,76     | 78,12      | 7,71%      | Regular |

Berdasarkan analisis ketidakberaturan horizontal, penambahan *shear wall* memberikan pengaruh positif, ketidakberaturan torsi berhasil dieliminasi. Di sisi lain, karakteristik geometri denah menyebabkan seluruh model mengalami ketidakberaturan sudut dalam (Tipe 2). Meskipun demikian, tidak ditemukan ketidakberaturan horizontal untuk Tipe 3 (diskontinuitas diafragma), Tipe 4 (pergeseran tegak lurus bidang), maupun Tipe 5 (sistem nonparalel) pada seluruh model struktur.

#### Periode Getar Struktur

Berikut disajikan tabel perbandingan nilai periode getar struktur dari struktur eksisting dan struktur penambahan *shear wall*.

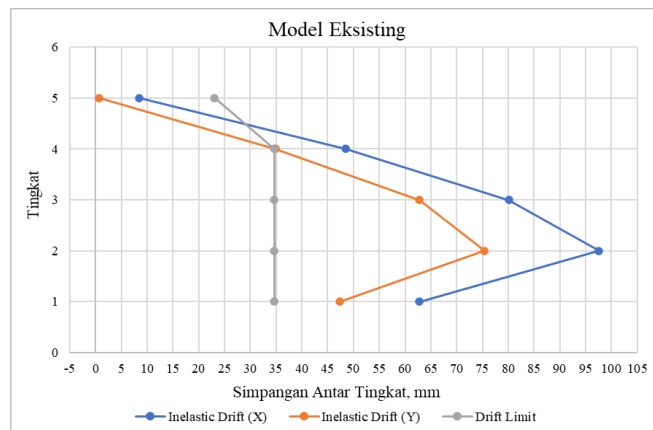
**Tabel 11.** Periode Getar Struktur

| Arah    | Periode (T) - detik |          |          |
|---------|---------------------|----------|----------|
|         | Eksisting           | SW1      | SW2      |
| X       | 1,401               | 1,351    | 0,820    |
| Deviasi | -                   | - 3,57%  | - 41,47% |
| Y       | 1,229               | 0,451    | 0,658    |
| Deviasi | -                   | - 63,30% | - 46,46% |

Berdasarkan Tabel 11, penambahan *shear wall* mampu mereduksi periode getar di kedua arah yang terjadi pada struktur eksisting dengan hasil yang bervariasi. Namun SW2 memiliki periode yang seimbang di kedua arah dibandingkan SW1, hal tersebut menunjukkan bahwa SW2 memiliki distribusi kekakuan yang lebih baik dan seimbang di kedua arah. Perletakan *shear wall* pada Model SW2, mampu membuat distribusi kekakuan yang seimbang, sehingga Model SW2 tidak mengalami ketidakberaturan torsi 1a dan 1b meskipun nilai eksentrisitas CoM dan CoR Model SW2 cukup besar dan hampir sama dengan struktur eksisting.

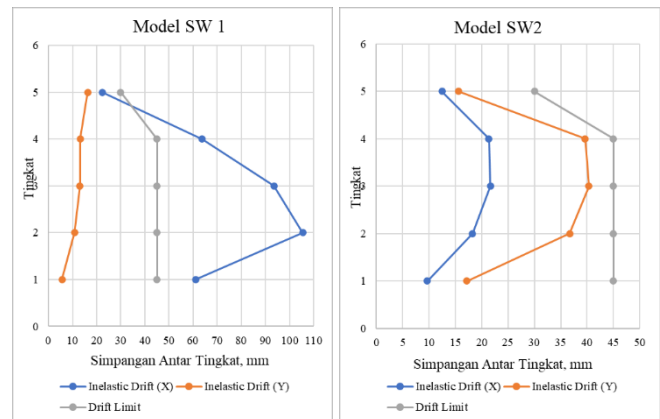
#### Simpangan Antar Tingkat

Berikut disajikan grafik nilai simpangan antar tingkat atau perpindahan inelastik dari Model Eksisting dan model penambahan elemen *shear wall* SW1 dan SW 2.

**Gambar 9.** Grafik Simpangan antar Tingkat Model Eksisting

Berdasarkan Gambar 9, nilai simpangan antar tingkat pada struktur eksisting melampaui batas yang diizinkan dengan nilai simpangan maksimum arah X sebesar 97,57 mm dan arah Y sebesar 75,39 mm, hal tersebut mengindikasikan bahwa elemen struktur penahan gaya seismik belum memiliki kekakuan yang cukup untuk menahan gaya gempa.

Hasil pada model eksisting menunjukkan bahwa distribusi kekakuan struktur belum mampu mengendalikan deformasi lateral secara efektif sehingga simpangan antar tingkat pada kedua arah masih melampaui batas yang diizinkan. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi terhadap beberapa konfigurasi perletakan *shear wall* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan simpangan antar tingkat serta efektivitasnya dalam meningkatkan seismik.

**Gambar 10.** Grafik Simpangan antar Tingkat Model SW1 dan SW2

Berdasarkan grafik simpangan pada Gambar 10, penambahan *shear wall* pada struktur tidak beraturan dengan denah berbentuk L memiliki hasil yang bervariasi, pada Model SW1 akibat distribusi perletakan *shear wall* yang tidak merata di kedua arah menghasilkan simpangan pada arah X melampaui batas izin dengan nilai sebesar 105,46 mm (X) dan 16,26 mm (Y). Sedangkan pada Model SW2, distribusi *shear wall* 50% pada arah X dan Y menghasilkan simpangan yang seimbang di kedua arah, selain itu akibat distribusi kekakuan yang merata yang ditunjukkan oleh nilai periode getar pada Model SW 2, struktur mampu mengendalikan nilai simpangan pada arah X dan arah Y sehingga memiliki nilai dibawah batas simpangan maksimum yang diizinkan dengan nilai sebesar 21,64 mm (X) dan 40,32 mm (Y).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur eksisting terjadi ketidakberaturan torsi (Tipe 1a) di kedua arah tinjauan. Rasio simpangan maksimum sebesar 1,20 pada arah X (Tingkat 3) dan arah Y (Tingkat 2). Penambahan *shear wall* memberikan pengaruh positif, ketidakberaturan torsi berhasil dieliminasi dengan rasio simpangan maksimum Model SW1 sebesar 1,06 (X) dan 1,07 (Y), dan Model SW2 sebesar 1,11 (X) dan 1,14 (Y). Geometri denah menyebabkan model mengalami ketidakberaturan sudut dalam (Tipe 2) dengan rasio ( $L_x/P_x$ ) 75% dan ( $L_y/P_y$ ) 50%. Tidak ditemukan ketidakberaturan horizontal Tipe 3 (diskontinuitas diafragma), Tipe 4 (pergeseran tegak lurus bidang), maupun Tipe 5 (sistem nonparalel) pada seluruh model struktur.
2. Berdasarkan hasil respons struktur dalam menahan gaya gempa hasil analisis respons spektrum pada seluruh model struktur, berikut hasil analisisnya:

- Periode struktur eksisting sebesar 1,401 (X) dan 1,229 (Y). Model SW1 mampu mereduksi periode struktur sebesar 3,00% (X) dan 63,3% (Y), sedangkan Model SW2 mereduksi periode struktur sebesar 41,47% (X) dan 46,46% (Y).
  - Simpangan antar tingkat pada struktur eksisting kedua arah melebihi batas izin, sebesar 97,58 mm (X) dan 75,40 mm (Y). *Shear wall* pada Model SW2 mampu mereduksi simpangan hingga dibawah batas izin, sebesar 21,641 mm (X) dan 40,322 mm (Y), sedangkan Model SW1 hanya mampu mereduksi simpangan pada arah Y.
3. Penelitian ini menunjukkan bahwa eksentrisitas geometrik hanya merepresentasikan potensi timbulnya momen torsi, namun tidak selalu berbanding lurus dengan respons torsi aktual struktur. Pada struktur dengan denah berbentuk L, distribusi kekakuan akibat konfigurasi *shear wall* terbukti lebih dominan dalam mengendalikan perilaku torsi melalui peningkatan kekakuan lateral, penurunan periode getar, dan pengurangan simpangan antar tingkat. Oleh karena itu, evaluasi ketidakberaturan torsi pada struktur tidak beraturan sebaiknya dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan interaksi antara eksentrisitas, distribusi kekakuan, karakteristik dinamik struktur, dan bentuk geometrinya, bukan hanya berdasarkan besarnya eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan.
- DAFTAR PUSTAKA**
- [1] I. Afrida *et al.*, “Analisis Ketahanan Gedung Apartemen Surabaya dengan Menggunakan Metode Respon Spektrum (Performance Analysis of Surabaya Apartment Using Response Spectrum Method),” 2020.
  - [2] Simamora J, Wibowo L S B, Purwanto D, and Ray N, “Analisis Perpindahan Lateral Struktur Beton Bertulang Pada Bangunan Bertingkat Beraturan Dan Ketidak Beraturan Horizontal,” *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, vol. 3, pp. 19–23, Mar. 2020.
  - [3] M. S. J. Patil and M. Kulkarni, “Effect of Horizontal Geometric Irregularity on a High Rise RC Structure,” Aug. 26, 2025. doi: 10.21203/rs.3.rs-7438879/v1.
  - [4] F. Rau, I. Made Sastra Wibawa, I. Ketut Diartama Kubon Tubuh, and I. Made Nada, “Analisis Kinerja Struktur Gedung Dengan Ketidakberaturan Horizontal,” *Jurnal Ilmiah Teknik UNMAS*, vol. 3, no. 1, 2023.
  - [5] B. Khanal and H. Chaulagain, “Seismic elastic performance of L-shaped building frames through plan irregularities,” *Structures*, vol. 27, pp. 22–36, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.istruc.2020.05.017.
  - [6] A. Sonwane, “Effect of Shear Walls on Seismic Behaviour in Multistorey Building by Varying the Shear Wall Size and Location,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 13, pp. 467–473, Jun. 2025, doi: 10.22214/ijraset.2025.73009.
  - [7] K. Pranava, A. R. Avinash, M. Chaithra, S. Anil, and K. Kamath, “Seismic Performance of Torsionally Irregular Multistorey RC Buildings with Optimised Shear Wall Configurations,” *Infrastructures (Basel)*, vol. 10, no. 11, Nov. 2025, doi: 10.3390/infrastructures10110296.
  - [8] N. Khandekha, “Comparative Seismic Analysis of Reinforced Concrete Building with Different Height and Shear Wall Configurations in Gujarat Region Using ETABS,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 14, pp. 2065–2111, Mar. 2026, doi: 10.22214/ijraset.2026.78321.
  - [9] R. Nursani, D. Dheni, and E. Noor, “Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda,” *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 8, pp. 105–114, Aug. 2023, doi: 10.29244/jsil.8.2.105-114.
  - [10] SNI 1726-2019, “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung,” *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.
  - [11] H. Budi Bagus Kuncoro and P. Dahlia, “Pengaruh Letak Shear Wall Pada Gedung Tidak Beraturan Terhadap Nilai Simpangan Dengan Analisa Respons Spektrum (Studi Kasus : Apartemen di Cimanggis, Depok),” 2019.
  - [12] M. Hafizh Gusra, S. Haris, and R. Kurniawan, “Pengaruh Posisi Dinding Geser Terhadap Kinerja Struktur Gedung Tak Beraturan Akibat Beban Gempa,” *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, vol. 10, no. 2, pp. 2622–6774, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/cived/index>
  - [13] A. R. Simon, F. K. Hridoy, M. Fahim Siddique, and S. A. Safat, “Orientation and location of shear walls in RC buildings to control deflection and drifts,” in *Procedia Structural Integrity*, Elsevier B.V., 2023, pp. 162–168. doi: 10.1016/j.prostr.2023.06.028.
  - [14] Y. F. Herlambang, K. Purwitasari, N. K. Sunarminingtyas, Y. S. Yoganata, and K. N. Cahyani, “Analisis Konfigurasi Shear Wall Struktur Bangunan Podium akibat Respon Gempa dengan Metode Respon Spektrum,” *COMPOSITE: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING* 2026, vol. 05, pp. 1–10, 2026, doi: 10.26905/cjce.v5i1.16439.
  - [15] SNI 2847-2019, “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan,” *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.