

## Pengaruh Variasi Persentase Bukaannya Terhadap Daya Serap Dinding Geser

Zainal Abidin Shahab<sup>1</sup>, Gilang Fajar Gunawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen PS Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta

<sup>2</sup> Mahasiswa/Alumnus PS -Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta

Email: [zainal\\_abidin\\_shahab@mercubuana.ac.id](mailto:zainal_abidin_shahab@mercubuana.ac.id)

Received : 26-01-2021 Revised : 06-04-2021 Accepted : 06-04-2021

### Abstract

*On multi-storey building, its shear wall act as sub-system which design to resist the shear load while giving additional stiffness for the building. Gunawan et al. (2019) have done a research to 10-storey building with 12 core wall models as its stiffener system which added with opening. The result shown a weakening to its structure stiffness as the impact of applied opening to the shear wall.*

*In this study, an analysis of a 30-story building was carried out with a combination of various placement and variation of shear wall openings using the ETABS application. The method that has been used that is dynamic analysis response spectrum. To be expected from this analysis is able to find out the absorption ability of each model.*

*From the analysis that has been done, showing the value of shear load absorption which gradually decreases with the increasing of opening percentage that has been applied. In 40% opening model, the decreases of absorption reach rate around 11.2 % compared to non-opening model (0% of opening). On the shear wall with increasing percentage of opening will impact the decreasing rate of structure stiffness, marked from the story drift that also increase. It is known from analysis carried out that assignation shear wall to location 2 (shear wall placed in the center of the building is the best to give additional stiffness, whereas shear wall location 1 and 3 (shear wall placed to the building perimeter) assignation is the most optimum in absorbing shear load X and Y directions.*

**Key words:** *shear wall, opening, absorption, stiffness*

### Abstrak

Pada bangunan berlantai-banyak, dinding geser berperan sebagai sub-sistem yang dirancang untuk menahan gaya geser sekaligus memberikan kekakuan tambahan pada gedung. Gunawan et al. (2019) melakukan penelitian terhadap bangunan 10 lantai dengan sistem pengaku berupa core wall sebanyak 12 model yang ditambahkan bukaan. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa terjadi pelemahan terhadap kekakuan struktur akibat bukaan yang diberikan.

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap bangunan 30 lantai dengan kombinasi ragam penempatan dan variasi bukaan dinding geser menggunakan aplikasi ETABS. Metode yang digunakan yaitu analisis dinamis respon spektra. Diharapkan dari kajian ini dapat diketahui kemampuan daya serap berbagai model.

Analisis menunjukkan bahwa nilai daya serap gaya geser semakin berkurang seiring dengan bertambah besarnya persentase bukaan yang diberikan. Pada model dengan bukaan 40%, pengurangan daya serap yang terjadi adalah berkisar 11.2% dibandingkan dengan model tanpa bukaan (bukaan 0%). Pada dinding geser dengan persentase bukaan yang semakin membesar akan mengakibatkan berkurangnya sifat kekakuan milik struktur, ditandai dari nilai simpangan antar lantai (drift) yang juga kian membesar. Diketahui pula bahwa penempatan dinding geser lokasi 2 (dinding geser terletak di tengah bangunan) adalah yang paling baik dalam memberikan kekakuan tambahan, sedangkan penempatan dinding geser lokasi 1 dan 3 (dinding geser terletak pada perimeter bangunan) adalah yang paling optimum dalam menyerap gaya geser arah X dan Y.

**Kata kunci:** dinding geser, bukaan, daya serap, kekakuan

### 1. PENDAHULUAN

Pada bangunan gedung berlantai-banyak, dibutuhkan sistem perancangan kekakuan dan sistem penyerapan gaya lateral yang baik.

Dinding geser adalah sub-sistem struktur yang dirancang sedemikian rupa untuk menahan gaya lateral dan sekaligus memberikan pertambahan kekakuan gedung. Dinding geser dipakai dalam perancangan struktural bangunan tinggi untuk

menahan porsi besar dari beban lateral akibat beban gempa serta berfungsi untuk mengurangi deformasi lateral pada rangka penahan momen. Pada sebuah gedung berlantai banyak, dinding geser juga memiliki aspek fungsional lainnya. Dinding geser jenis *core wall* biasa difungsikan sebagai lokasi penempatan tangga darurat ataupun poros *lift*. Karena itu dalam perancangan, dinding geser tidak dibentuk menutupi keseluruhan luas dinding, tetapi diberi bukaan atau *opening* sebagai akses untuk pintu masuk ke dalam *lift* tersebut. Pada jenis dinding geser lainnya juga dapat diberikan bukaan dengan tujuannya masing-masing seperti jendela ataupun keperluan arsitektur yang memang telah direncanakan.

Penelitian bangunan struktur 10 lantai yang dilakukan oleh Gunawan *et al.* (2019) mengenai studi pengaruh bukaan pada *core wall* dengan 12 model bukaan, mendapatkan hasil berupa peningkatan terhadap besaran nilai simpangan horizontal. Peningkatan nilai simpangan horizontal ini menandakan terjadinya pelemahan terhadap kekakuan struktur akibat bukaan pada *core wall*. Penelitian yang dilakukan tersebut masih terbatas pada pemberian bukaan hanya untuk dinding geser jenis *core wall*, terlebih tinggi bukaan yang menyamai tinggi tiap lantai. Pada tulisan ini, penulis mengkaji varian konfigurasi posisi serta jenis dinding geser yang diberikan bukaan dengan ragam persentasenya masing-masing untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kemampuan daya serap dan kekakuan struktur. Sementara itu hasil kajian Thakre, P., *et al.* (2020), memperlihatkan bahwa dari segi *drift* bangunan, bukaan sebesar 20% memberikan hasil yang paling optimal.

Namun dua hal berikut masih menarik untuk dikaji yaitu:

1. Pengaruh ragam posisi dinding geser pada bangunan sistem ganda.
2. Pengaruh kombinasi antara ragam posisi dinding geser dengan variasi persentase bukaannya masing-masing terhadap kemampuan daya serap dinding geser dan kekakuan struktur.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengkajian dilakukan berdasarkan literatur berupa jurnal dan penelitian sebelumnya. Kemudian teori yang dikembangkan diterapkan pada studi kasus berupa model-model struktur yang divariasikan

Dalam melakukan penelitian tentang pengaruh variasi bukaan dinding geser terhadap daya

serap dan kekakuan, struktur bangunan dideskripsikan seperti berikut:

1. Jenis struktur: struktur beton bertulang
2. Tipe bangunan: gedung ramping bertingkat tinggi
3. Fungsi bangunan: Apartemen
4. Tinggi per lantai: 3.5 m
5. Jumlah lantai :30 lantai
6. Total tinggi bangunan: 105 m
7. Panjang Bentang:
  - Arah sumbu  $X$ : 6 meter
  - Arah sumbu  $Y_1$ : 6 meter
  - Arah sumbu  $Y_2$ : 3.6 meter (koridor)
8. Sistem struktur: Sistem ganda dengan SPRMK dan dinding geser
9. Asumsi daerah gempa: Yogyakarta
10. Jenis pondasi: tumpuan jepit

## Pembebanan Gedung

### Beban gravitasi

Pada kajian ini, beban gravitasi dibedakan menjadi beban mati berat sendiri (*Dead Load*, DL), beban mati tambahan (*Super Imposed Dead Load*, SIDL), dan juga beban hidup (*Live Load*, LL). Besar DL dan SIDL mengacu kepada berat jenis tiap bahan yang dideskripsikan pada SKBI 1.3.53.1987 PPPURG, serta LL yang mengacu pada SNI 2847:2013.

#### 1) Beban mati berat sendiri (DL)

Beban mati berat sendiri adalah beban elemen-elemen struktur yang otomatis dihitung oleh aplikasi ETABS 2013 yang terdiri dari elemen balok, pelat, kolom dan dinding geser (pada bangunan sistem ganda). Elemen-elemen struktural ini menggunakan bahan bangunan yaitu beton bertulang yang memiliki berat jenis sebesar  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

#### 2) Beban mati tambahan (SIDL)

Beban mati tambahan adalah berat komponen nonstruktural yang tidak dihitung secara otomatis oleh aplikasi ETABS 2013. SIDL perlu dihitung terlebih dahulu secara manual.

#### a) Beban mati tambahan pada tiap lantai dianggap sama, yaitu:

- Adukan semen per cm tebal:  $3 \text{ cm} \times 21 \text{ kg/m}^2$
- Lantai keramik per cm tebal:  $1 \text{ cm} \times 24 \text{ kg/m}^2$
- Plafon & penggantung:  $18 \text{ kg/m}^2$
- Instalasi ME:  $20 \text{ kg/m}^2$

Total beban mati tambahan pada tiap lantai:  $125 \text{ kg/m}^2$

Beban mati tambahan pada atap berbeda dengan beban mati tambahan pada tiap lantainya.

- b) Beban mati tambahan pada atap yaitu:
- Adukan semen per cm tebal:  $3 \text{ cm} \times 21 \text{ kg/m}^2$
  - Lapisan kedap air:  $5 \text{ kg/m}^2$
  - Plafon & penggantung:  $18 \text{ kg/m}^2$
  - Instalasi ME:  $20 \text{ kg/m}^2$
- Total beban mati tambahan pada atap:  
 $106 \text{ kg/m}^2$

Beban dinding juga termasuk pada beban mati tambahan akan tetapi satuannya adalah berat per panjang atau  $\text{kg/m}$ . Bahan yang digunakan pada dinding adalah bata ringan dengan berat jenis normalnya adalah  $650 \text{ kg/m}^3$  dengan tebal 7.5 cm.

Beban dinding yang bekerja yaitu:

- a) Beban dinding untuk balok ukuran  $60 \times 30 \text{ cm}$  :

$$\text{Tinggi dinding} = \text{tinggi lantai} - \text{tinggi balok} = 3.5 - 0.6 = 2.9 \text{ meter}$$

$$\text{Beban dinding} = 650 \text{ kg/m}^3 \times 2.9 \text{ m} \times 0.075 \text{ m} = 141.375 \text{ kg/m}$$

- b) Beban dinding untuk balok ukuran  $40 \times 20 \text{ cm}$  :

$$\text{Tinggi dinding} = \text{tinggi lantai} - \text{tinggi balok} = 3.5 - 0.4 = 3.1 \text{ meter}$$

$$\text{Beban dinding} = 650 \text{ kg/m}^3 \times 3.1 \text{ m} \times 0.075 \text{ m} = 151.125 \text{ kg/m}$$

- 3) Beban hidup (Live Load)

Beban hidup berasal dari estimasi nilai beban yang ada pada suatu lantai berdasarkan fungsi atau kegunaan tiap lantai atau suatu ruangan.

- a) Beban hidup tiap lantai dianggap sama, yaitu:

$$\text{Apartemen} : 1.92 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Beban partisi} : 0.72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total beban hidup pada tiap lantai} : 2.64 \text{ kN/m}^2 = 264 \text{ kg/m}^2$$

- b) Beban hidup pada atap yaitu:

$$\text{Beban atap} : 0.96 \text{ kN/m}^2 = 96 \text{ kg/m}^2$$

### Beban gempa

Analisis gempa dilakukan dengan cara analisis respon spektra yang bisa ditentukan dengan SNI 1726:2012. Parameter yang dibutuhkan bisa

didapat melalui situs [www.puskim.pu.go.id](http://www.puskim.pu.go.id) dengan cara menentukan lokasi penempatan gedung. Pada penelitian ini lokasi yang digunakan adalah Jogjakarta. Dari situs tersebut didapatkan parameter sebagai berikut.

**Tabel 1 Periode dan Parameter SA**

T(DETIK)		T(DETIK)	SA (g)
0		0	0.291
T0		0.202	0.727
TS		1.008	0.727
TS+	0.1	1.108	0.603
TS+	0.2	1.208	0.556
TS+	0.3	1.308	0.516
TS+	0.4	1.408	0.481
TS+	0.5	1.508	0.45
TS+	0.6	1.608	0.423
TS+	0.7	1.708	0.4
TS+	0.8	1.808	0.378
TS+	0.9	1.908	0.359
TS+	1	2.008	0.342
TS+	1.1	2.108	0.326
TS+	1.2	2.208	0.312
TS+	1.3	2.308	0.299
TS+	1.4	2.408	0.287
TS+	1.5	2.508	0.276
TS+	1.6	2.608	0.265
TS+	1.7	2.708	0.256
TS+	1.8	2.808	0.247
TS+	1.9	2.908	0.239
TS+	2	3.008	0.231
TS+	2.1	3.108	0.224
TS+	2.2	3.208	0.217
TS+	2.3	3.308	0.21
TS+	2.4	3.408	0.204
TS+	2.5	3.508	0.199
TS+	2.6	3.608	0.193
TS+	2.7	3.708	0.188
TS+	2.8	3.808	0.183
TS+	2.9	3.908	0.179
4		4	0.178

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2012)

**Data Struktur**

**1) Data dimensi**

Data dimensi ini berpedoman kepada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, namun disesuaikan kembali dengan keperluan penulis dalam mengerjakan kajian ini. Tebal pelat yang digunakan adalah tebal pelat minimum yaitu 120 mm. Data dimensi yang dimaksud adalah dimensi elemen-elemen termasuk pelat, balok, kolom dan dinding geser. Elemen-elemen tersebut menggunakan material dengan mutu atau karakteristik sebagai berikut:

**Tabel 2 Spesifikasi Material Struktur**

Elemen	Tegangan leleh $f_y$ (MPa)	Kuat tekan $f_c'$ (MPa)	$E$
			$E = 4700 \sqrt{f_c'}$
Pelat	400	30	25742.96
Balok	400	30	25742.96
Kolom	400	35	27805.57
Dinding geser	400	35	27805.57

**Tabel 3 Dimensi Balok**

Arah Balok	Panjang, $L$ (cm)	Tinggi, $h$ (cm)	Lebar, $b$ (cm)
Balok arah sumbu $X$	600	60	30
Balok 1 arah sumbu $Y$	600	60	30
Balok 2 arah sumbu $Y$	360	40	20

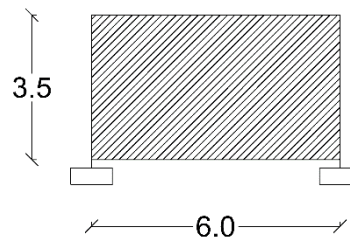
**Tabel 4 Dimensi Kolom**

Lantai	Panjang (cm)	Lebar (cm)
1-6	150	100
7-12	140	100
13-18	130	90
19-24	120	90
25-30	110	80

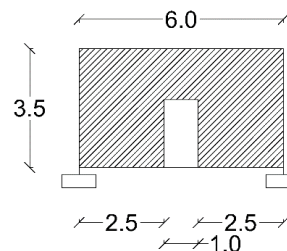
**Tabel 5 Dimensi Dinding Geser**

Tebal	Panjang	Tinggi
0.7 m	6 m	3.5 m

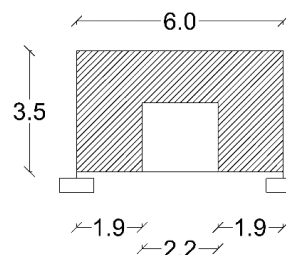
Pada model bangunan bersistem ganda, dinding geser dibuat hanya mencapai lantai 27 dan dikombinasikan dengan ragam variasi persentase bukaan seperti pada gambar berikut.



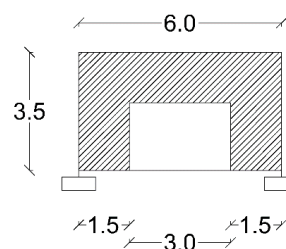
**Gambar 1: Dinding Geser Bukaannya 0%**



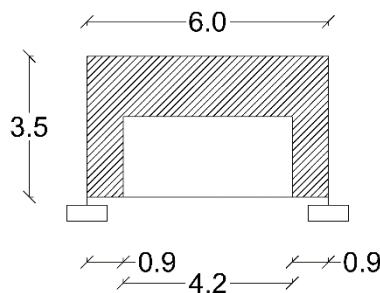
**Gambar 2: Dinding Geser Bukaannya 10%**



**Gambar 3: Dinding Geser Bukaannya 20%**



**Gambar 4: Dinding Geser Bukaannya 30%**

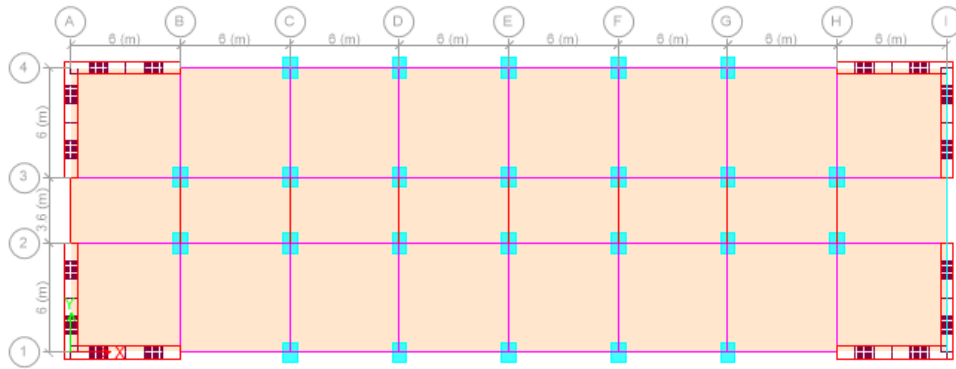


**Gambar 5: Dinding Geser Bukaannya 40%**

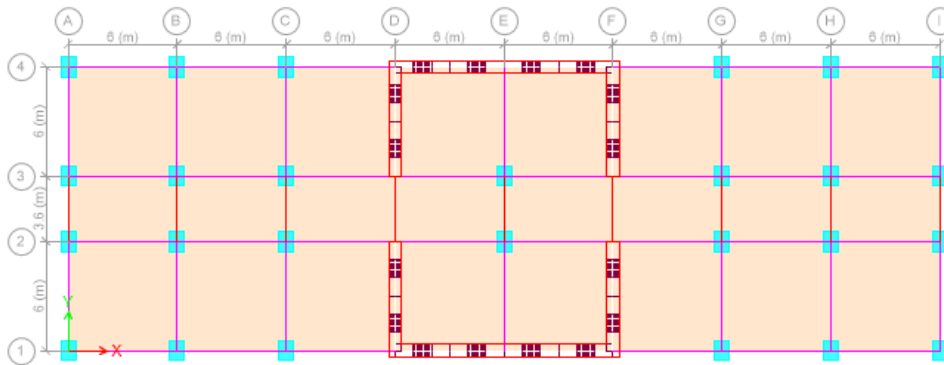
**2) Data denah**

Pada penelitian ini digunakan variabel penentu yang berupa konfigurasi penempatan dinding

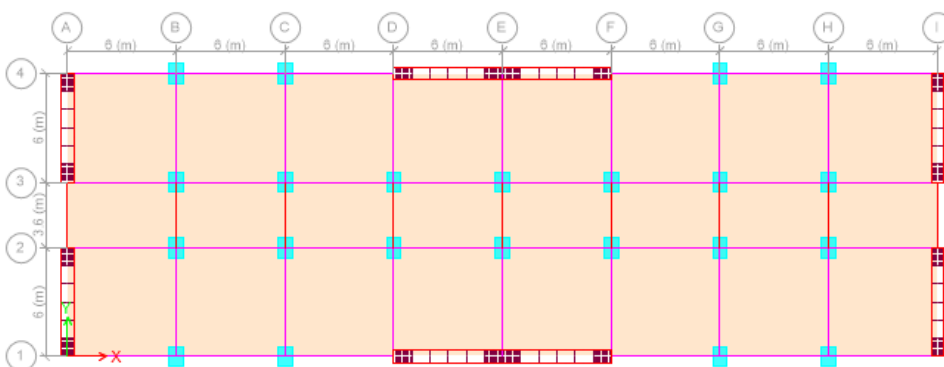
geser. Dinding geser memiliki 3 konfigurasi penempatan antara lain:



**Gambar 6: Konfigurasi Penempatan Dinding Geser 1**



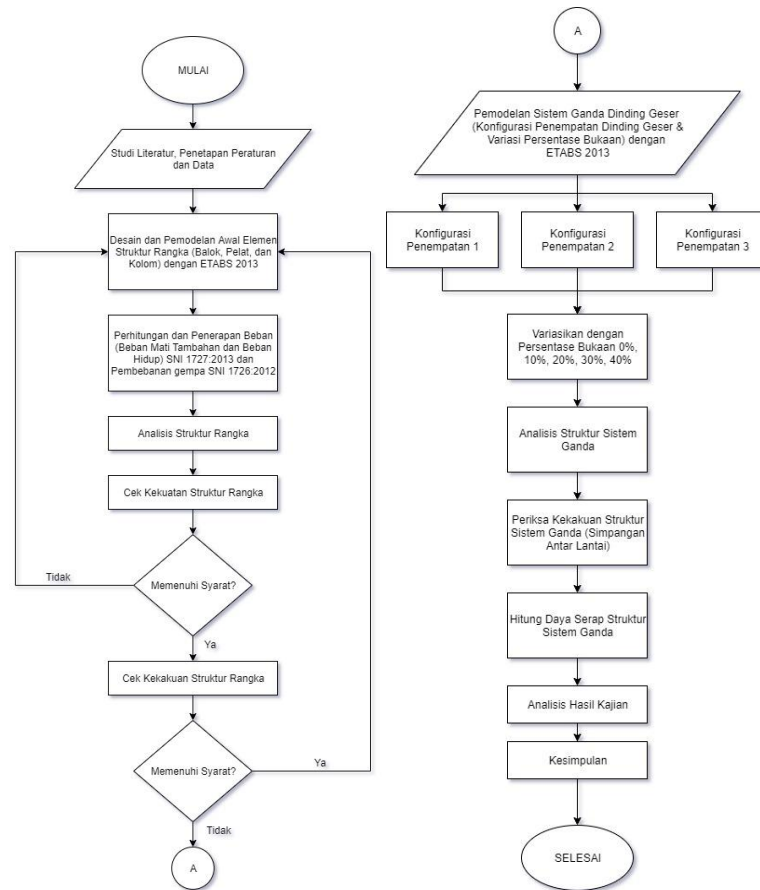
**Gambar 7: Konfigurasi Penempatan Dinding Geser 2**



**Gambar 8: Konfigurasi Penempatan Dinding Geser 3**

**Tahapan Penelitian**

Berikut ini adalah bagan alir dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 9 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan tahapan penelitian dari bagan alir di atas adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah melakukan pengumpulan rujukan sebagai acuan dalam melakukan penelitian dengan menggunakan data-data yang empiris supaya menghasilkan suatu produk akhir yang dapat dipertanggung jawabkan nilai-nilainya
2. Tahap kedua adalah melakukan perancangan pendahuluan elemen struktur. Perancangan ini berpedoman kepada SNI 2847:2013 namun disesuaikan kembali dengan keperluan penulis dalam mengerjakan kajian ini.
3. Pembebanan struktur terdiri atas beban mati, beban hidup dan juga beban gempa (vertikal dan horizontal). Agar mendapatkan hasil yang lebih majemuk, beban gempa dihitung dengan menggunakan metode respon spektrum dan metode statik ekuivalen.
4. Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan aplikasi ETABS. Pada tahap ini, dimasukkan data-data seperti

spesifikasi mutu, serta dimensi frame (kolom dan balok) dan pelat. Struktur gedung ditentukan berjumlah 30 lantai.

5. Analisis struktur rangka dilakukan untuk mengetahui respon dari struktur akibat gaya-gaya yang bekerja.
6. Pembuatan model bangunan ber-sistem ganda dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan pembuatan model pada struktur rangka sebelumnya. Struktur kali ini dikombinasikan antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) dengan dinding geser menjadikan bangunan berprinsip *dual systems*. Dinding geser diberikan bukaan dengan variasi persentase yang berbeda-beda pada konfigurasi sesuai dengan penempatannya masing-masing.
7. Struktur yang sudah dimodelkan berdasarkan variasi persentase bukaan serta masing-masing konfigurasi penempatannya akan dianalisis nilai kekakuannya. Analisis kekakuan didapatkan dari pengecekan terhadap *drift* dan *displacement*. Pengecekan selanjutnya adalah daya serap dinding

geser terhadap gaya-gaya lateral yang terjadi.

- Hasil analisis berupa simpangan horizontal dan gaya-gaya dalam struktur yang meliputi gaya aksial dan gaya geser.

### 3. HASIL DAN DIKUSI

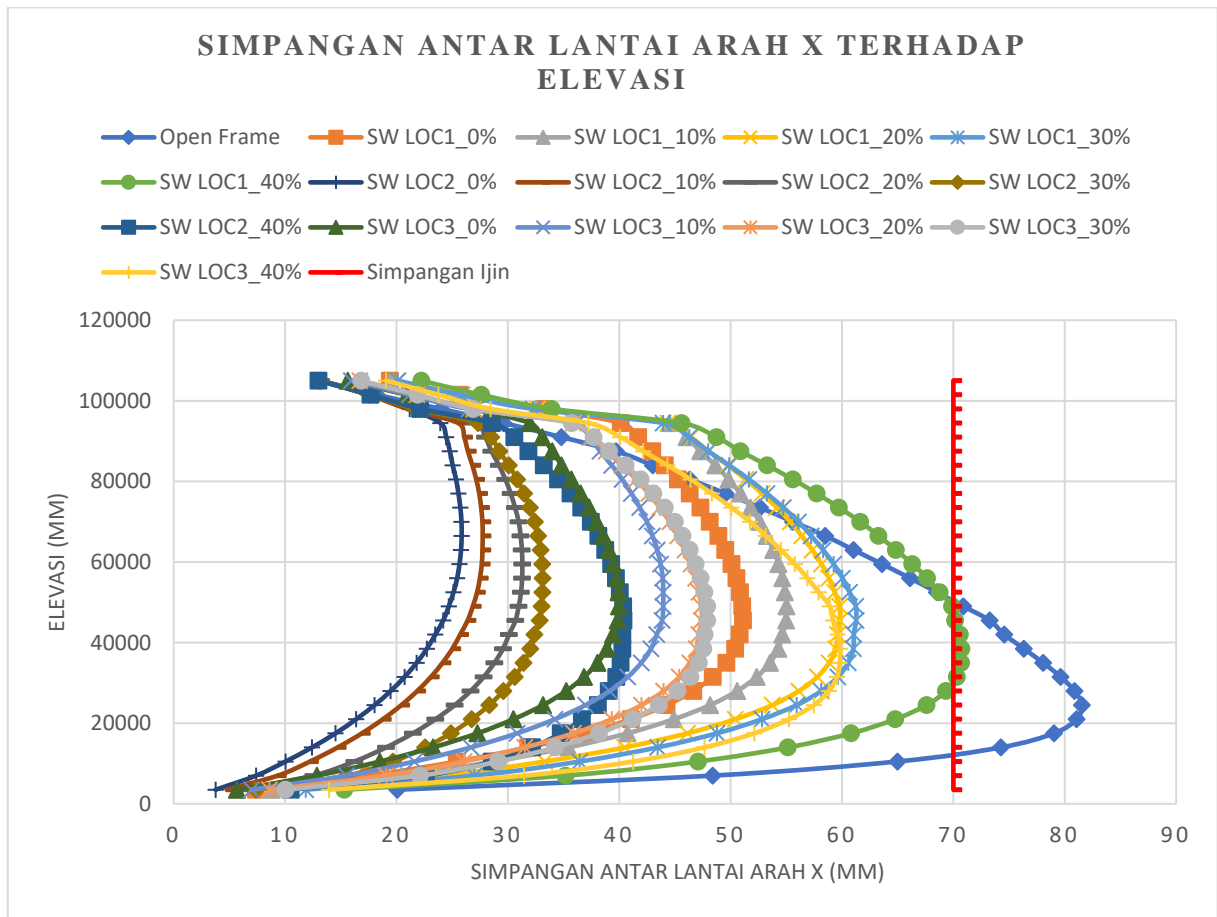
#### Kinerja Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai arah X pada tiap model dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

**Tabel 6. Perbandingan Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai Arah X Seluruh Model**

ELE VASI (H total)	Open Frame	SW 1 0%	SW 1 10%	SW 1 20%	SW 1 30%	SW 1 40%	SW 2 0%	SW 2 10%	SW 2 20%	SW 2 30%	SW 2 40%	SW 3 0%	SW 3 10%	SW 3 20%	SW 3 30%	SW 3 40%	ljin
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10500	13.20	19.42	19.48	20.13	20.11	22.25	13.22	13.18	13.24	13.07	13.01	15.63	15.95	16.70	16.86	19.07	70
0	55	325	1	55	625	3	475	625	4	075	3	1	825	9	3	675	
10150	18.22	25.64	25.50	25.92	25.73	27.62	17.49	17.47	17.74	17.61	17.67	20.94	21.17	21.84	21.90	23.77	70
0	975	1	625	975	725	375	825	9	85	375	15	4	5	875	65	375	
98000	24.00	33.26	32.51	32.66	32.28	33.93	21.19	21.00	21.77	21.77	22.13	26.77	26.50	26.95	26.89	28.45	70
	475	4	325	725	225	775	425	175	175	175	75	675	725	26.95	225	15	
94500	29.60	40.15	44.48	44.37	43.94	45.60	23.94	25.54	27.08	27.33	28.58	31.97	36.19	35.90	35.74	37.24	70
	65	55	675	125	775	325	7	475	475	5	625	425	36.19	125	725	875	
91000	34.80	41.71	46.04	46.41	46.29	48.74	24.46	26.08	27.97	28.50	30.58	33.09	37.34	37.55	37.71	40.09	70
	4	475	6	175	625	1	675	375	025	925	825	075	5	675	075	775	
87500	39.71	42.98	47.27	48.00	47.99	50.89	24.79	26.41	28.52	29.24	31.85	33.99	38.28	38.84	39.09	42.15	70
	275	8	8	95	7	4	1	85	075	075	55	55	875	65	675	75	
84000	43.02	44.10	48.62	49.74	49.87	53.28	25.04	26.81	29.20	30.08	33.24	34.82	39.32	40.25	40.57	44.33	70
	375	175	55	675	675	4	425	525	225	775	475	325	775	175	9	275	
80500	46.33	45.27	49.81	51.35	51.64	55.59	25.35	27.16	29.77	30.83	34.51	35.70	40.27	41.52	41.92	46.41	70
	475	6	9	9	775	4	225	175	975	85	525	875	1	225	65	175	
77000	49.54	46.33	50.87	52.82	53.26	57.73	25.56	27.43	30.26	31.47	35.63	36.53	41.09	42.65	43.08	48.31	70
	95	475	775	2	475	075	4	125	1	375	175	65	875	8	15	75	
73500	52.64	47.29	51.80	54.15	54.72	59.73	25.73	27.60	30.64	31.99	36.59	37.30	41.84	43.63	44.10	50.06	70
	875	725	175	775	775	7	45	6	35	35	425	65	95	975	175	925	
70000	55.61	48.14	52.61	55.36	56.09	61.63	25.83	27.72	30.97	32.43	37.46	37.98	42.48	44.54	45.00	51.74	70
	325	425	025	3	45	85	35	325	325	625	05	05	475	65	65	4	
66500	58.50	48.91	53.24	56.38	57.23	63.27	25.85	27.73	31.14	32.72	38.13	38.57	42.98	45.25	45.69	53.14	70
	075	425	55	325	025	475	275	925	65	5	425	7	525	675	95	925	
63000	61.04	49.53	53.82	57.32	58.30	64.85	25.79	27.72	31.26	32.95	38.75	39.07	43.40	45.91	46.33	54.51	70
	175	025	3	65	825	325	5	2	2	6	025	75	875	125	475	6	
59500	63.60	50.08	54.30	58.15	59.25	66.31	25.66	27.66	31.30	33.09	39.28	39.48	43.71	46.45	46.87	55.76	70
	2	85	425	15	15	025	225	225	05	075	925	175	175	025	025	725	
56000	66.10	50.53	54.65	58.82	60.04	67.64	25.44	27.48	31.28	33.12	39.71	39.77	43.90	46.87	47.31	56.90	70
	45	125	075	8	075	45	85	9	125	925	05	05	375	375	65	3	
52500	68.53	50.85	54.88	59.34	60.67	68.78	25.12	27.23	31.18	33.11	40.05	39.94	43.94	47.18	47.64	57.90	70
		85	175	775	6	025	125	875	5	5	925	375	775	175	375	4	
49000	70.89	51.05	55.01	59.79	61.23	69.89	24.69	26.85	30.97	33.03	40.36	39.98	43.94	47.39	47.91	58.90	70
	775	1	65	05	425	675	775	375	325	3	725	225	775	35	325	5	
45500	73.26	51.12	54.99	59.80	61.27	70.16	24.19	26.39	30.68	32.85	40.38	39.86	43.85	47.39	47.91	59.19	70
	55	8	725	075	275	625	725	175	45	975	65	675	15	35	325	375	
42000	74.57	50.82	54.65	59.59	61.06	70.58	23.48	25.71	30.10	32.39	40.29	39.44	43.37	47.14	47.68	59.61	70
	45		075	8	1	5	8	8	7	775	025	325	325	325	225	725	
38500	76.32	50.41	54.28	59.44	61.02	70.74	22.73	25.02	29.56	32.01	40.29	38.90	42.85	46.91	47.56	59.82	70
	625	575	5	4	25	375	425	5	8	275	025	425	05	225	675	9	
35000	78.05	49.62	53.53	58.84	60.56	70.70	21.81	24.13	28.79	31.41	40.13	38.05	41.98	46.33	47.16	59.79	70
	875	65	425	725	05	525	025	95	8	6	625	725	425	475	25	05	
31500	79.63	48.41	52.34	57.78	59.63	70.32	20.73	23.1	27.83	30.62	39.75	36.84	40.77	45.39	46.41	59.55	70
	725	375	075	85	65	025	225		55	675	125	45	15	15	175	95	
28000	80.88	46.66	50.58	56.13	58.13	69.33	19.48	21.86	26.66	29.60	39.07	35.24	39.13	43.98	45.23	58.82	70
	85	2	9	3	5	85	1	8	125	65	75	675	525	625	75	8	
24500	81.54	44.25	48.16	53.74	55.94	67.60	18.03	20.44	25.23	28.33	38.09	33.16	36.97	42.00	43.56	57.48	70
	3	575	35	6	05	6	725	35	675	6	575	775	925	35	275	05	
21000	81.06	41.06	44.91	50.41	52.82	64.79	16.38	18.78	23.50	26.75	36.65	30.51	34.22	39.32	41.21	55.24	70
	175	025	025	575	2	55	175	8	425	75	2	125	65	775	425	75	
17500	79.04	36.99	40.75	46.12	48.77	60.83	14.53	16.90	21.48	24.89	34.76	27.27	30.83	35.90	38.19	52.12	70
	05	85	225	3	95		375	15	3	025	55	725	85	125	2	9	
14000	74.26	31.83	35.43	40.50	43.44	55.15	12.41	14.72	19.07	22.58	32.18	23.29	26.68	31.53	34.24	47.66	70
	65	95	925	2	725	125	625	625	675	05	6	25	05	15	575	3	
10500	64.98	25.42	28.77	33.32	36.45	47.08	10.04	12.24	16.22	19.69	28.56	18.51	21.61	26.06	29.14	41.25	70
	8	925	875	175	95	55	85	3	775	275	7	85	775	45	45	275	
7000	48.39	17.57	20.44	24.04	26.98	35.18	7.411	9.355	12.55	15.55	22.63	12.85	15.51	19.09	22.11	31.47	70
	45	525	35	325	85	9	25	5	1	4	8	9	55	6	825	375	
3500	20.07	7.392	8.797	10.47	11.85	15.32	4.754	3.773	6.083	7.392	10.51	5.678	6.987	8.604	10.04	13.95	70
	775		25	2	8	3	75				05	75	75	75	85	625	





**Gambar 10 Perbandingan Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai Arah X Seluruh Model**

Dalam tabel dan grafik di atas dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat 2 model yang melewati simpangan ijin yaitu model *open frame* dan model 5 (letak dinding geser 1 dengan bukaan 40%). Dari grafik di atas juga dapat dikatakan bahwa lokasi penempatan dinding geser 2 dan 3 cukup baik dalam menahan gaya lateral arah X sehingga simpangan antar lantainya masih dalam batas ijin yang ditentukan yaitu sebesar 70 mm. Pada setiap penempatan lokasi dinding geser, semakin besar persentase bukaan pada dinding geser akan mengakibatkan meningkatnya nilai simpangan antar lantai arah

X. Jadi bukaan yang diberikan pada dinding geser akan mengurangi kekakuan yang ada pada struktur bangunan. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa dinding geser dengan penempatan lokasi 2 (dua) adalah yang paling efektif dalam menahan gaya lateral arah X sehingga simpangan antar lantai menjadi paling kecil di antara lokasi penempatan dinding geser 1 (satu) ataupun 3 (tiga).

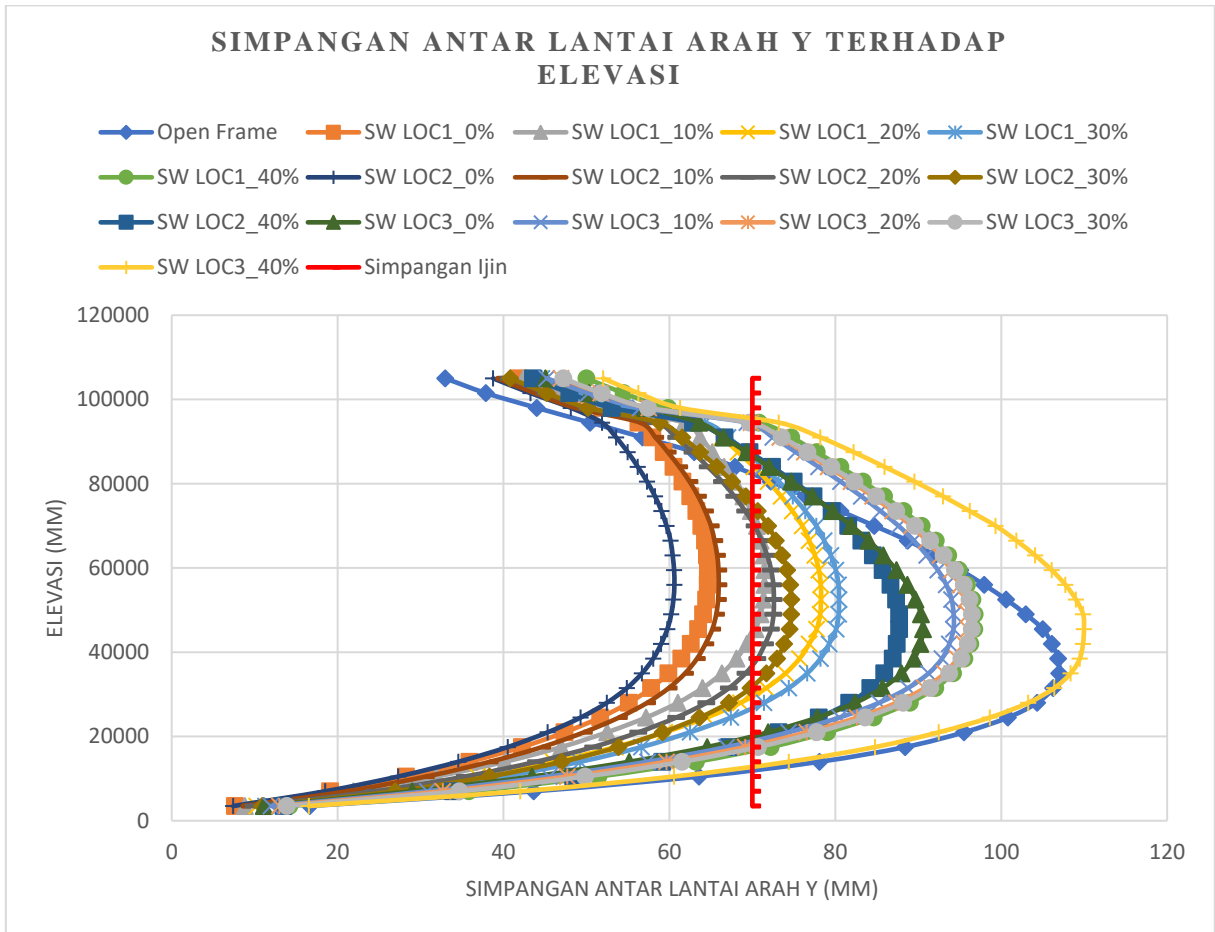
Simpangan antar lantai arah Y pada tiap model dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

**Tabel 7 Perbandingan Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai Arah Y Seluruh Model**

ELEVASI (H total)	Open Frame	SW 1 0%	SW 1 10%	SW 1 20%	SW 1 30%	SW 1 40%	SW 2 0%	SW 2 10%	SW 2 20%	SW 2 30%	SW 2 40%	SW 3 0%	SW 3 10%	SW 3 20%	SW 3 30%	SW 3 40%	Ijin	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mm
10500	32.97	41.81	42.42	44.31	44.62	50.01	38.75	39.27	40.63	40.81	43.56	45.04	45.21	46.95	47.23	52.01		70
0	525	1	7	35	15	15	025		675		275	5	825	075	95	35		70
10150	37.88	46.54	47.14	48.93	49.16	54.49	43.25	43.77	45.08	45.23	47.95	50.33	50.24	51.72	51.85	56.26		70
0	4	65	325	35	45	675	475	45	35	75	175	875	25	475	95	775		70
98000	44.00	51.89	52.53	54.26	54.43	59.86	48.12	48.66	50.05	50.18	53.05	57.11	56.47	57.51	57.44	61.29		70
	55	8	325	575	9	75	5	4		475	3	475	95	9	2	2		70
94500	50.43	56.28	61.83	63.87	64.27	70.80	51.87	56.47	58.42	58.84	62.87	63.60	69.33	69.83	69.66	73.18		70
	5	7	1	15	575	15	875	95	375	725	05	2	85	9	575	85		70
91000	56.76	57.96	63.69	66.31	67.06	74.70	53.57	58.30	60.83	61.56	66.66	66.52	72.47	73.32	73.55	78.19		70
	825	175	825	625	7	925	275	825		15	275	8	625	325	425	35		70
87500	63.00	59.32	65.18	68.27	69.22	77.77	54.97	59.80	62.79	63.71	69.66	69.31	75.22	76.26	76.65	82.21		70
	525	85	05	975	3		8	975	35	75	575	925	9	85	35	675		70



ELEV ASI (H total)	Open Frame	SW 1 0%	SW 1 10%	SW 1 20%	SW 1 30%	SW 1 40%	SW 2 0%	SW 2 10%	SW 2 20%	SW 2 30%	SW 2 40%	SW 3 0%	SW 3 10%	SW 3 20%	SW 3 30%	SW 3 40%	Ijin
84000	67.914	60.50275	66.605	70.1855	71.28275	80.619	56.19075	61.19575	64.6415	65.7195	72.39925	72.01425	77.98175	79.13675	79.541	85.932	70
80500	72.226	61.58075	67.85625	71.918	73.1885	83.3525	57.30725	62.42775	66.35475	67.5675	74.998	74.69	80.63825	81.90875	82.33225	89.551	70
77000	76.461	62.524	68.93425	73.4725	74.8825	85.8935	58.26975	63.46725	67.837	69.223	77.385	77.25025	83.14075	84.5075	84.95025	92.99675	70
73500	80.619	63.27475	69.81975	74.82475	76.384	88.242	59.03975	64.31425	69.146	70.6475	79.56025	79.67575	85.45075	86.91375	87.3565	96.2115	70
70000	84.7	63.8715	70.55125	76.01825	77.71225	90.4365	59.6575	65.00725	70.28175	71.918	81.5815	81.928	87.626	89.166	89.628	99.33	70
66500	88.72325	64.31425	70.994	76.846	78.6555	92.1305	60.137	65.43075	71.1095	72.842	83.16	84.02625	89.4355	90.99475	91.45675	101.8325	70
63000	92.03425	64.54525	71.32125	77.539	79.464	93.632	60.38725	65.758	71.782	73.612	84.546	85.79725	91.03325	92.631	93.07375	104.0848	70
59500	95.07575	64.66075	71.456	78.02025	80.06075	94.9025	60.5605	65.912	72.2645	74.20875	85.72025	87.37575	92.3615	93.99775	94.4405	106.0868	70
56000	97.944	64.6415	71.456	78.25125	80.388	95.88425	60.599	65.93125	72.534	74.5745	86.6635	88.68475	93.38175	95.0565	95.49925	107.7423	70
52500	100.6005	64.449	71.3405	78.2705	80.44575	96.53875	60.4835	65.8735	72.59175	74.70925	87.33725	89.68575	94.017	95.7495	96.19225	109.0128	70
49000	102.9683	64.08325	70.994	78.17425	80.40725	96.80825	60.214	65.6425	72.55325	74.69	87.703	90.34025	94.26725	96.03825	96.481	109.879	70
45500	105.0088	63.4865	70.378	77.75075	80.09925	96.76975	59.752	65.1805	72.2645	74.4975	87.703	90.5905	94.248	96.019	96.46175	109.9753	70
42000	106.106	62.58175	69.3385	76.846	79.25225	96.2885	59.00125	64.35275	71.533	73.843	87.41425	90.26325	93.7475	95.53775	95.9805	109.8598	70
38500	106.8568	61.446	68.08725	75.691	78.21275	95.57625	58.058	63.3325	70.609	72.996	86.933	89.49325	92.862	94.71	95.2105	109.4748	70
35000	106.9915	59.88675	66.3355	73.997	76.615	94.2095	56.69125	61.88875	69.1845	71.687	85.91275	87.99175	91.245	93.17	93.7475	108.3775	70
31500	106.26	57.80775	64.00625	71.66775	74.40125	92.07275	54.88175	59.92525	67.1825	69.78125	84.238	85.68175	88.76175	90.76375	91.45675	106.3948	70
28000	104.335	55.132	61.0225	68.5685	71.39825	88.99275	52.45625	57.3265	64.46825	67.1825	81.697	82.3975	85.2775	87.3565	88.18425	103.257	70
24500	100.8123	51.667	57.19175	64.4875	67.4135	84.64225	49.29925	53.91925	60.83	63.6405	78.02025	77.82775	80.5035	82.621	83.622	98.637	70
21000	95.5185	47.37425	52.49475	59.444	62.4855	79.0405	45.33375	49.7035	56.26775	59.19375	73.1885	71.918	74.382	76.55725	77.77	92.477	70
17500	88.41525	42.2345	46.97	53.4765	56.6335	72.226	40.52125	44.66	50.82	53.8615	67.20175	64.5645	66.89375	69.146	70.686	84.79625	70
14000	78.09725	35.90125	40.17475	46.02675	49.2415	63.217	34.55375	38.36525	43.9285	47.02775	59.15525	55.1705	57.38425	59.65575	61.523	74.40125	70
10500	63.58275	28.259	31.93575	36.86375	39.94375	51.45525	27.2965	30.66525	35.343	38.32675	48.41375	43.44725	45.52625	47.7015	49.83825	60.5605	70
7000	43.63975	19.11525	21.92575	25.4485	27.97025	35.82425	18.5185	21.15575	24.50525	26.95	33.89925	29.00975	30.81925	32.6865	34.6885	42.02275	70
3500	16.65125	7.623	8.8165	10.26025	11.319	14.2065	7.41125	8.547	9.91375	10.91475	13.49425	11.10725	11.9735	12.99375	13.8985	16.53575	70



**Gambar 11 Perbandingan Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai Arah Y Seluruh Model**

Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat 3 model yang memenuhi batas ijin simpangan antar lantai arah Y. Model-model tersebut yaitu model 1 (letak dinding geser 1 dengan bukaan 0%), model 6 (letak dinding geser 2 dengan bukaan 0%), serta model 7 (letak dinding geser 2 dengan bukaan 10%). Banyaknya model yang simpangan antar lantai arah Y-nya melewati simpangan ijin diakibatkan oleh *layout* atau denah dari bangunan yang ramping (*slender*) ke arah Y, sehingga tahanan terhadap gaya lateral yang bergerak pada sumbu

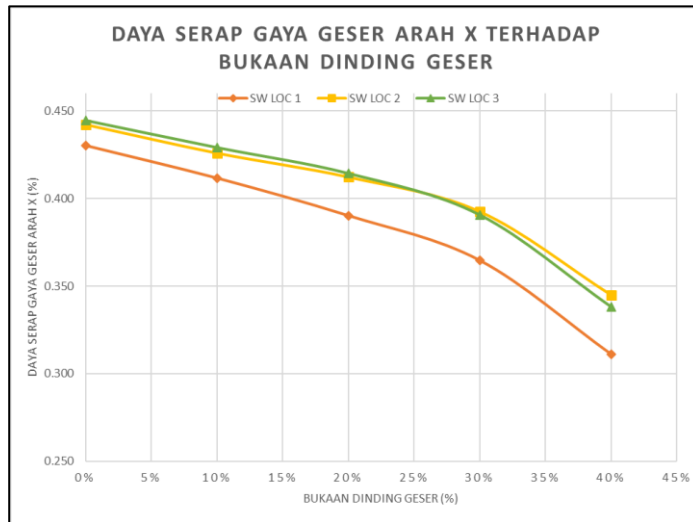
Y menjadi tidak terlalu besar. Semakin besar persentase bukaan dinding geser maka akan mengakibatkan nilai simpangan antar lantai arah Y semakin membesar, hal ini dikarenakan pemberian bukaan pada dinding geser akan mengurangi kekakuan pada struktur bangunan.

**Kemampuan Daya Serap Dinding Geser**

Kemampuan daya serap arah X dinding geser pada model dengan dinding geser (model 1-15) dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut

**Tabel 8. Perbandingan Hasil Analisis Daya Serap Shear Wall Terhadap Gaya Geser Arah X Model 1-15**

SW 1 0%	SW 1 10%	SW 1 20%	SW 1 30%	SW 1 40%	SW 2 0%	SW 2 10%	SW 2 20%	SW 2 30%	SW 2 40%	SW 3 0%	SW 3 10%	SW 3 20%	SW 3 30%	SW 3 40%
0.43	0.41	0.39	0.37	0.31	0.44	0.43	0.41	0.39	0.35	0.45	0.43	0.41	0.39	0.34



**Gambar 12** Perbandingan Hasil Analisis Daya Serap Shear Wall Terhadap Gaya Geser Arah X Model 1-15

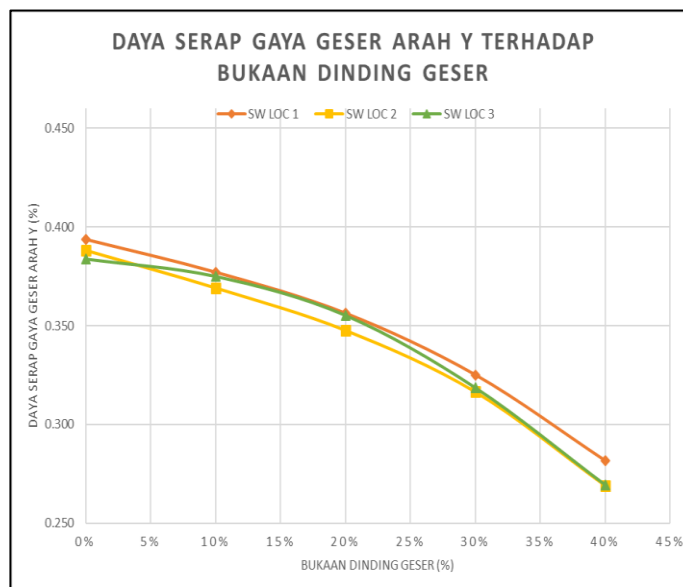
Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa daya serap dari dinding geser (*shear wall*) terhadap gaya geser arah X paling baik adalah pada model 11 (letak dinding geser 3 dengan bukaan 0%) yaitu sebesar 44.5%, diikuti oleh model 6 (letak dinding geser 2 dengan bukaan 0%) sebesar 44.2% dan model 1 (letak dinding geser 1 dengan bukaan 0%) sebesar 43%. Lokasi penempatan dinding geser 3 (tiga) memang tidak terlalu baik dalam memberikan dampak kekakuan pada struktur namun cukup

efektif dalam menyerap gaya geser arah X dibandingkan penempatan 1 (satu) dan 2 (dua). Pada setiap lokasi penempatan dinding geser, semakin besar persentase bukaan maka daya serap *shear wall* terhadap gaya geser arah X semakin berkurang.

Kemampuan daya serap arah Y dinding geser pada model dengan dinding geser (model 1-15) dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

**Tabel 6** Perbandingan Hasil Analisis Daya Serap Shear Wall Terhadap Gaya Geser Arah Y Model 1-15

SW 1 0%	SW 1 10%	SW 1 20%	SW 1 30%	SW 1 40%	SW 2 0%	SW 2 10%	SW 2 20%	SW 2 30%	SW 2 40%	SW 3 0%	SW 3 10%	SW 3 20%	SW 3 30%	SW 3 40%
0.39	0.38	0.36	0.33	0.28	0.39	0.37	0.35	0.32	0.27	0.38	0.38	0.36	0.32	0.27



**Gambar 13** Perbandingan Hasil Analisis Daya Serap Shear Wall Terhadap Gaya Geser Arah Y Model 1-15

Dari tabel dan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa daya serap dari dinding geser (*shear wall*) terhadap gaya geser arah Y paling baik adalah pada model 1 (letak dinding geser 1 dengan bukaan 0%) yaitu sebesar 39.4%, diikuti oleh model 6 (letak dinding geser 2 dengan bukaan 0%) sebesar 38.8% dan model 11 (letak dinding geser 3 dengan bukaan 0%) sebesar 38.4%. Lokasi penempatan dinding 1 paling efektif dalam menyerap gaya geser pada setiap lokasi penempatan dinding geser, semakin besar persentase bukaan maka daya serap *shear wall* terhadap gaya geser arah Y semakin berkurang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya mengenai pengaruh variasi persentase bukaan terhadap kekakuan dinding geser dengan ragam posisi penempatan dinding geser pada bangunan ramping (*slender*) dengan kelas situs tanah lunak yang berlokasi di daerah Yogyakarta, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Posisi penempatan dinding geser 2 (lokasi dinding geser berada di tengah bangunan) diketahui paling efektif dalam memberikan efek kekakuan pada struktur, ditandai dari simpangan antar lantai baik arah X maupun arah Y yang dihasilkan merupakan yang terkecil. Posisi penempatan dinding geser yang berada di tengah bangunan menjadi yang paling efektif dalam memberikan efek kekakuan struktur diakibatkan oleh dimensi kolom yang tidak bujur sangkar (*square*), tetapi persegi panjang (*rectangle*).
2. Pemberian bukaan akan mengurangi kekakuan yang dimiliki struktur. Hal ini tampak dari grafik-grafik yang menunjukkan semakin membesarnya nilai simpangan antar lantai yang terjadi pada bangunan, seiring dengan membesarnya persentase bukaan yang diberikan.
3. Konfigurasi penempatan pada dinding perimeter/eksterior (konfigurasi 1 dan 3) dengan bukaan 0% memiliki daya serap terbaik pada arah X dan Y, atau dapat dikatakan paling efektif menyerap gaya geser.
4. Semakin besar persentase bukaan akan berbanding terbalik dengan kemampuan daya serap pada dinding geser yang kian

berkurang. Penurunan daya serap pada dinding geser dengan bukaan 40% adalah berkisar 11.2% jika dibandingkan dengan dinding geser tanpa bukaan (bukaan 0%). Grafik yang dihasilkan bisa digunakan sebagai acuan pendekatan kemampuan daya serap dari bangunan yang memiliki konfigurasi yang sama menggunakan interpolasi linier.

5. Pada grafik daya serap arah X menunjukkan yang paling baik kemampuannya adalah model tanpa bukaan dengan lokasi penempatan dinding geser 3 (dinding geser di pinggir bangunan), namun pada bukaan dengan persentase 30% dan 40% model dengan lokasi penempatan dinding geser 2 menjadi lebih baik kemampuan daya serapnya. Pada grafik daya serap arah Y menunjukkan pada model tanpa bukaan, lokasi penempatan dinding geser 2 (di tengah bangunan) lebih baik dibandingkan lokasi penempatan dinding geser 3 (di pinggir bangunan), tetapi pada persentase bukaan 10%, 20%, dan 30% model dengan lokasi penempatan dinding geser 3 lebih baik dibandingkan model dengan lokasi penempatan dinding geser 2. Hal ini menandakan lokasi penempatan dinding geser yang efektif akan berbeda-beda tergantung seberapa besar persentase bukaan yang diberikan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standar Nasional. (2012). SNI 03-1726-2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung*.
- Badan Standar Nasional. (2013). SNI 03-1727-2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Dan Struktur Lain*.
- Badan Standar Nasional. (2013). SNI 2847-2013. *Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung*.
- Gunawan, A., Dewi, S. H., & Adha A. (2019). Studi Pengaruh Bukaan Corewall Terhadap Kinerja Lateral Sistem Yang Mengalami Beban Gempa. *Jurnal Saintis*
- Thakre, P., Jamle, S., & Meshram, K. (2020). Opening Area Effect of Shear Wall in Multistorey Building under Seismic

Loading. *International Journal of Science, 7(2).*  
*Advanced Engineering Research and*