

---

# **Analisa Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Sistem Ganda Dengan Dinding Geser dan Sistem Pemikul Momen Khusus Pada Gedung Beton Bertulang Menggunakan Metode *Pushover***

**Dery Dwi Fitriansyah<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,  
Jl. Semolowaru No.45, Surabaya

**Nurul Rochmah<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,  
Jl. Semolowaru No.45, Surabaya

E-mail <sup>1</sup>): [deryyansyah@gmail.com](mailto:deryyansyah@gmail.com)

## ***Abstrak***

*Dalam perencanaan struktur bangunan beton bertulang, terdapat beberapa metode struktural. Salah satunya yaitu, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda dengan Dinding Geser. Analisa statik non-linier untuk mengetahui perilaku keruntuhan pada bangunan disebut dengan Pushover analysis. Hasil analisis level kinerja gedung pada perhitungan rasio simpangan maksimum permodelan SRPMK mendapatkan nilai 0,000473 dan 0,000473 dan dapat disimpulkan bahwa dikategorikan IO (Immediate Occupancy). Pada permodelan Sistem Ganda dengan Dinding Geser mendapatkan rasio simpangan maksimum sebesar 0,00035 dan 0,000203 dan dapat disimpulkan bahwa dikategorikan IO (Immediate Occupancy).*

***Kata kunci:*** SRPMK, Sistem Ganda dengan Dinding Geser, Pushover.

## ***Abstract***

*In planning the structure of reinforced concrete buildings, there are several structural methods. One of which is Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) and Dual System with Shear Wall. Non-linier static analysis to determine the failure behavior of buildings, it called Pushover analysis. The result analysis of performance level building calculation maximum drift ratio SRPMK is 0,000473 and 0,000473 dan it can draw conclusion that SRPMK categorized at IO (Immediate Occupancy). For Dual System with Shear Wall, the maximum drift ratio is 0,00035 and 0,000203. It can draw conclusion that categorized IO (Immediate Occupancy).*

***Keywords:*** SRPMK, Dual System with Shear Wall, Pushover.

## **1. PENDAHULUAN**

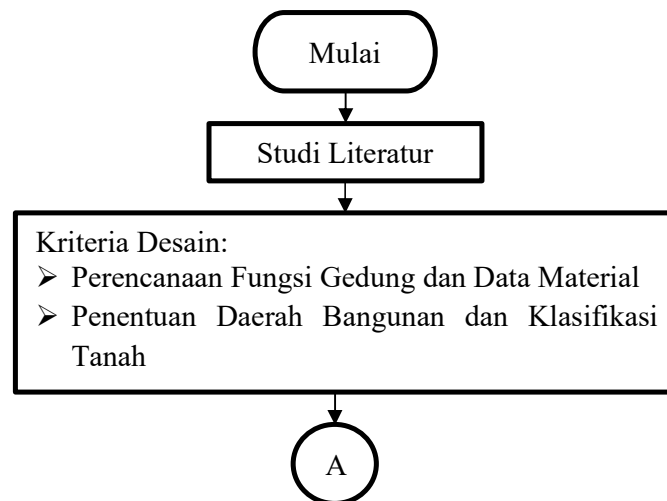
Perencanaan struktur terdapat berbagai macam metode struktural. Salah satunya yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda dengan Dinding Geser. Kedua sistem tersebut pada SNI 03-2847-2019 digunakan untuk lokasi dengan perencanaan yang memiliki kategori desain seismik D, E, dan F [1]. Dari kedua sistem tersebut memiliki perbedaan yaitu Sistem Ganda menggunakan dinding geser sebagai penambahan perkuatan atau pengaku agar mampu menahan gaya lateral sedangkan SRPMK hanya mengandalkan perkuatan pada balok kolom [2]. Dinding geser memiliki fungsi lain yaitu dapat menopang lantai pada struktur bangunan agar tidak langsung

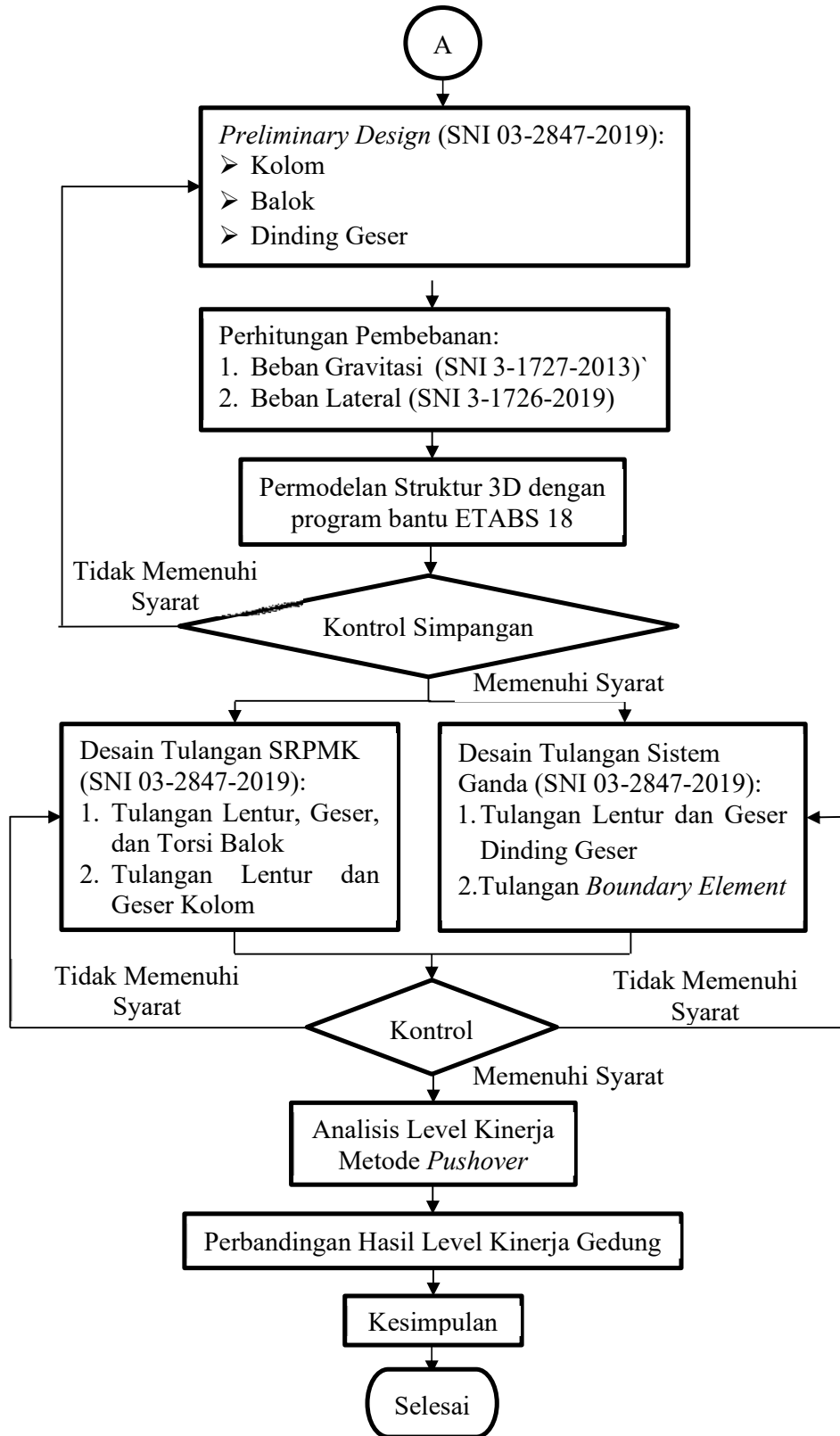
---

runtuh jika dibebani gaya lateral [3]. SRPMK dan Sistem Ganda memiliki tingkat aspek keamanan tersendiri dan memiliki efisiensi menahan gaya lateral. Level kinerja bangunan (*Building Performance Levels*) saat setelah menerima beban lateral terjadi ada 4 kondisi berdasarkan FEMA 273/356 yaitu, *Operational Performance/Fully Operational* (FO) dengan kondisi bangunan tidak terjadi *permanent dirft* pada bangunan dan tidak terjadi kerusakan pada elemen struktur utama ataupun terjadi namun bisa diabaikan, *Immediate Ocupancy* (IO) dengan kondisi bangunan kurang lebih sama dengan FO tetapi pada isi bangunan / sistem operasionall terjadi kerusakan sehingga perlu diperbaiki, *Life Safety* dengan kondisi struktur bangunan terjadi kerusakan ringan tetapi masih bisa diperbaiki, lalu ada *Collapse Prevention* yaitu kondisi struktur bangunan terjadi kerusakan berat dan tidak bisa diperbaiki tetapi tidak terjadi keruntuhan dan tidak memakan korban jiwa [4]. Untuk mengetahui sebagaimana efisiensi menahan gaya lateral pada struktur bangunan dan level kinerja pada struktur bangunan, maka tentu diperlukan suatu analisa dimana dapat menganalisa beban dorong gempa atau beban lateral pada struktur bangunan. *Static nonlinear pushover analysis* dapat menjadi solusi untuk menentukan level kinerja pada suatu gedung dan mengidentifikasi tingkat kerusakan maksimum pada bangunan yang dapat diizinkan sesuai SNI 03-1726-2019 agar mengetahui tingkat bahaya karena efek gempa [5]. Pada penelitian ini memberikan manfaat untuk mengetahui hasil analisis level kinerja *pushover* pada gedung yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda dengan Dinding Geser.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat rangkaian tata cara sistematis yaitu dalam Diagram Alir (*Flowchart*). Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan sesuai diagram alir:



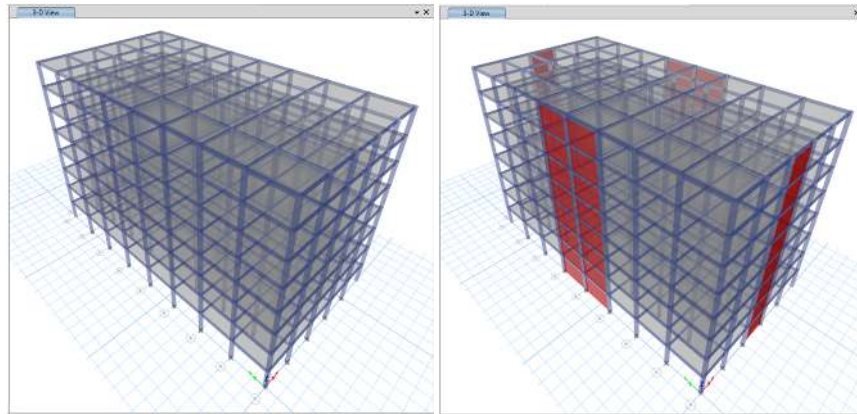


**Gambar 1** Diagram Alir (*Flowchart*)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Bangunan

Tipe Bangunan : Gedung Perkuliahan  
 Letak Bangunan : Malang  
 Jenis Tanah : Tanah Sedang  
 Luas Bangunan : 25 m x 48 m  
 Tinggi Bangunan : 32 m



a.)

b.)

**Gambar 2** a.) Permodelan SRPMK, b.) Permodelan Sistem Ganda dengan Dinding Geser

#### Analisa Kinerja Pushover

Berikut adalah hasil luaran beban dorong pada setiap permodelan :

**Tabel 1** Hasil luaran pada beban dorong arah-X pada permodelan SRPMK.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	4704	0	0	0	0	4704	0	0	0	4704
1	32,412	13257,7293	4668	36	0	0	0	4704	0	0	0	4704
2	45,255	18371,0505	4660	44	0	0	0	4704	0	0	0	4704

**Tabel 2** Hasil luaran pada beban dorong arah-Y pada permodelan SRPMK.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	4704	0	0	0	0	4704	0	0	0	4704
1	36,538	14878,7316	4696	8	0	0	0	4704	0	0	0	4704
2	48,82	19754,5738	4660	44	0	0	0	4676	14	0	14	4704
3	48,827	19757,0099	4660	44	0	0	0	4676	14	0	14	4704
4	52,025	21007,2332	4648	56	0	0	0	4676	14	0	14	4704

**Tabel 3** Hasil luaran pada beban dorong arah-X pada permodelan Sistem Ganda.

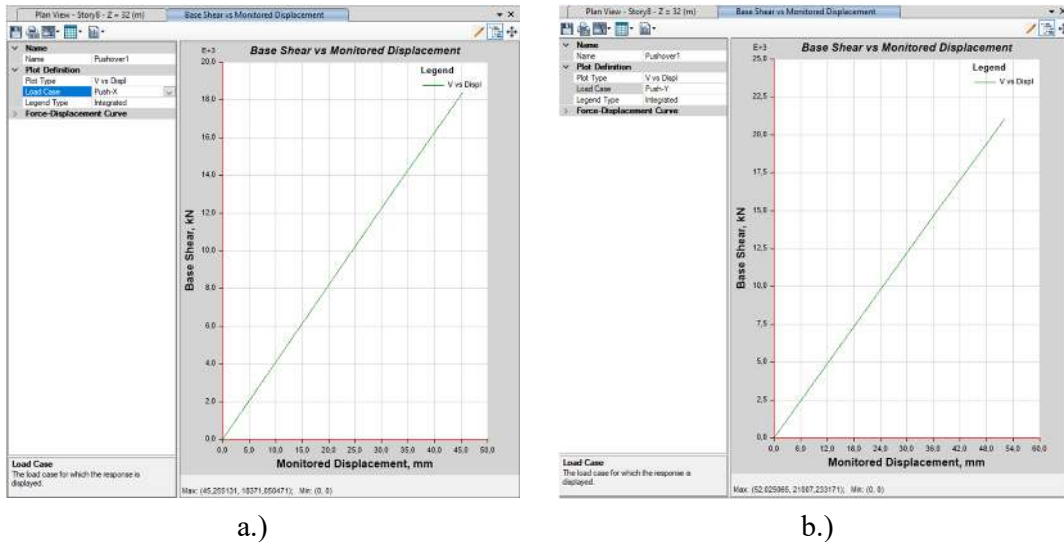
TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ	Base Force	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
	mm	kN										
0	0	0	4704	0	0	0	0	4704	0	0	0	4704
1	16,166	11436,4317	4700	4	0	0	0	4704	0	0	0	4704
2	25,368	17931,4511	4692	12	0	0	0	4704	0	0	0	4704

**Tabel 4** Hasil luaran pada beban dorong arah-Y pada permodelan Sistem Ganda.

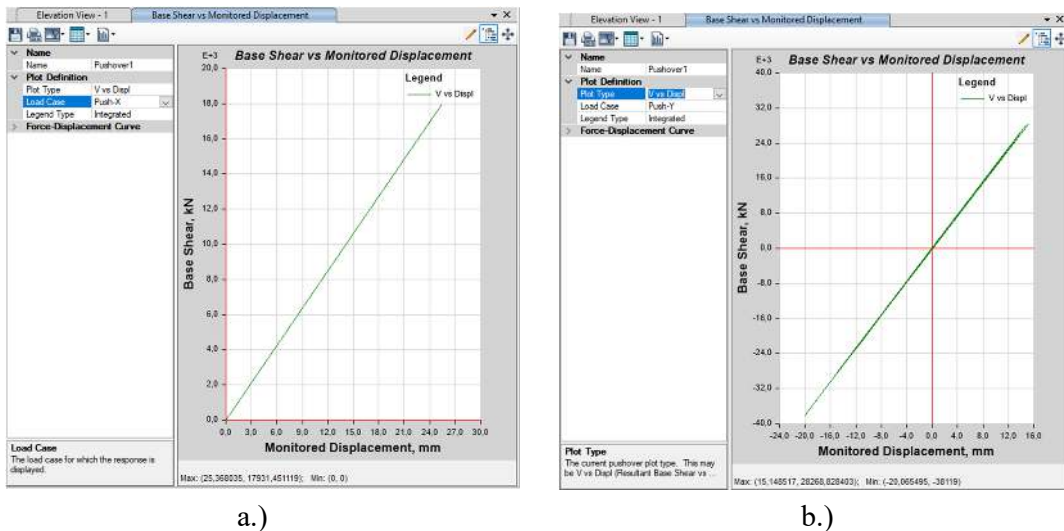
TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	4704	0	0	0	0	4704	0	0	0	4704
1	10,224	19425,2724	4696	8	0	0	0	4704	0	0	0	4704
2	13,772	26159,7089	4688	16	0	0	0	4700	2	0	2	4704
3	-13,761	-26146,5878	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
4	-13,744	-26113,9288	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
5	-13,709	-26048,6108	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
6	-13,641	-25917,9748	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
7	-13,503	-25656,7028	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
8	-13,228	-25134,1588	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
9	-12,678	-24089,0708	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
10	-11,578	-21998,8949	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
11	-9,378	-17818,5428	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
12	-4,978	-9457,8385	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
13	3,823	7263,5708	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
14	13,778	25835,5989	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
15	15,149	28268,8284	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
16	-13,34	-25448,8872	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
17	-11,524	-21999,6885	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
18	-7,894	-15101,2909	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
19	-0,632	-1304,495	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
20	13,89	26289,0975	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
21	-14,919	-28351,366	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
22	-14,682	-27902,3458	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
23	-14,21	-27004,3053	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
24	-13,264	-25208,2242	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
25	-11,374	-21616,062	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
26	-7,593	-14431,7373	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
27	-0,031	-63,0871	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
28	-14,946	-28402,9491	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
29	-14,737	-28005,7851	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
30	-14,319	-27211,4573	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
31	-13,483	-25622,8016	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
32	-11,81	-22445,4902	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
33	-8,466	-16090,8672	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
34	-1,777	-3381,6204	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
35	11,601	22036,8739	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
36	-15,562	-29572,6345	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
37	-13,556	-25760,3527	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
38	-7,518	-14286,9645	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
39	0,534	1010,806	4672	32	0	0	0	4696	4	0	4	4704
40	-20,065	-38118,7262	4664	40	0	0	0	4696	4	0	4	4704
41	14,831	28186,4911	4664	40	0	0	0	4696	4	0	4	4704

Berdasarkan hasil *running pushover*, permodelan SRPMK mendapat paling 4 langkah pola beban dorong hingga mengalami keruntuhan yaitu pada arah-Y. Sedangkan permodelan Sistem Ganda mendapat paling banyak 41 langkah pola beban dorong hingga mengalami keruntuhan yaitu pada arah-Y.

Adapun hasil grafik kurva kapasitas yaitu hubungan antara gaya dengan perpindahan untuk setiap langkah beban dorong yang diberikan. Berikut adalah hasil grafik kurva kapasitas struktur:

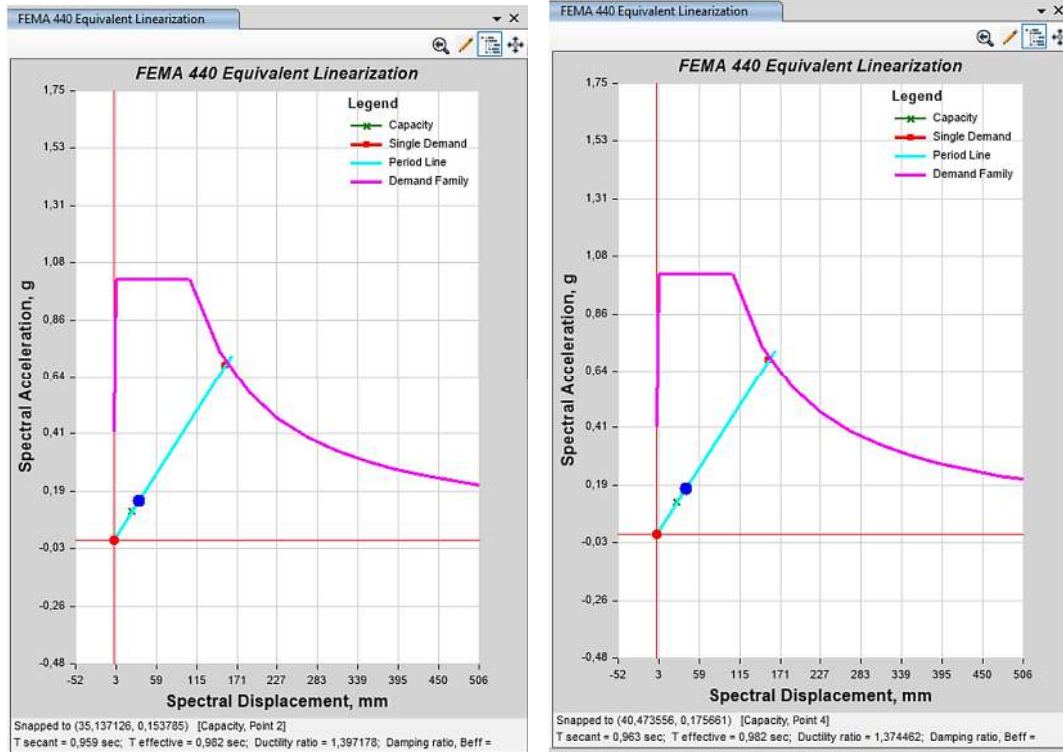


**Gambar 3** a.) Grafik kurva kapasitas arah-X SRPMK, b.) Grafik kurva kapasitas arah-Y SRPMK.



**Gambar 4** a.) Grafik kurva kapasitas arah-X Sistem Ganda, b.) Grafik kurva kapasitas arah-Y Sistem Ganda.

Pada penelitian ini kinerja struktur yang digunakan adalah metode *pushover analysis* dengan peraturan FEMA 440. Peraturan ini menggunakan metode pendekatan perhitungan numerik langsung dari perpindahan seluruh kapasitas maksimum pada struktur dengan melakukan modifikasi respon elastis.



a.)

b.)

**Gambar 5** a.) Hasil nilai kalkulasi grafik kurva kapasitas arah-X SRPMK, b.) Hasil nilai kalkulasi grafik kurva kapasitas arah-Y SRPMK.

Berikut merupakan rincian perhitungan FEMA 440 untuk menentukan kategori level kinerja:

• **Perhitungan Arah-X Permodelan SRPMK:**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,516785}{0,982} = 0,52626 \text{ g}$$

Perhitungan target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,52626 \frac{0,982^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,15133 \text{ m}$$

$$\text{Rasio simpangan} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,15133}{32} = 0,00473$$

• **Perhitungan Arah-Y Permodelan SRPMK:**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,516785}{0,982} = 0,52626 \text{ g}$$

Perhitungan target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

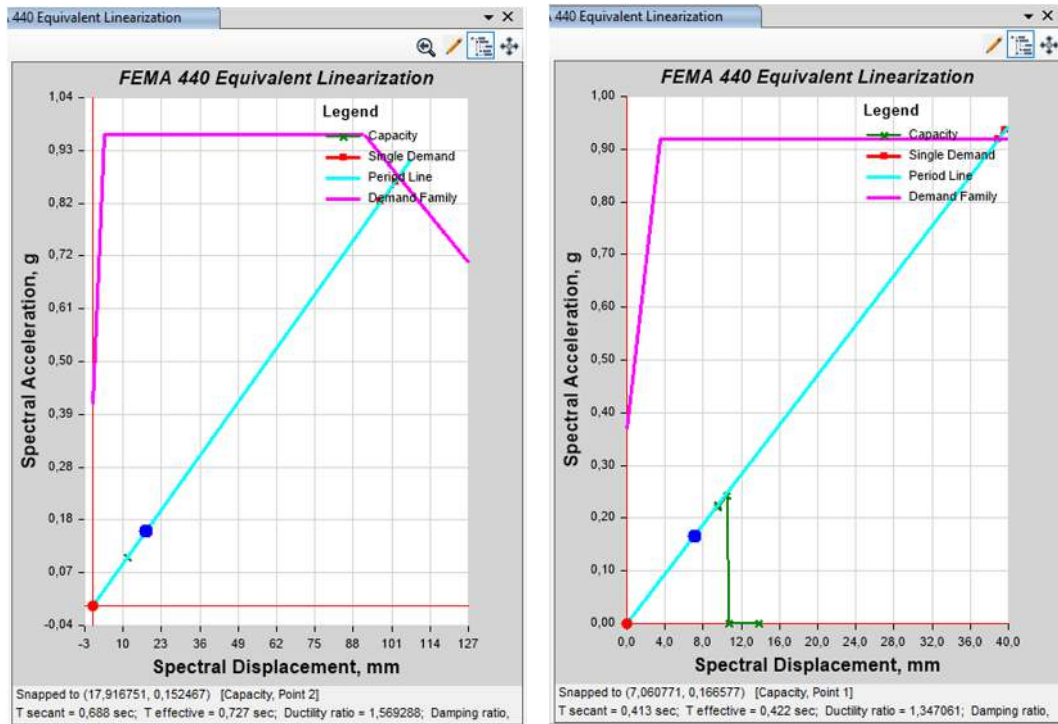
$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,52626 \frac{0,982^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,15133 \text{ m}$$

$$\text{Rasio simpangan} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,15133}{32} = 0,00473$$

**Tabel 5** Rekapitulasi kinerja struktur pada permodelan SRPMK sesuai peraturan FEMA 440.

FEMA 440	Sa	Te	Co	C1	C2	C3	Level Kinerja
Arah-x	0,52626	0,982	1,2	1	1	1	IO
Arah-y	0,52626	0,982	1,2	1	1	1	IO



a.)

b.)

**Gambar 6** a.) Hasil nilai kalkulasi grafik kurva kapasitas arah-X Sistem Ganda, b.) Hasil nilai kalkulasi grafik kurva kapasitas arah-Y Sistem Ganda.

Berikut merupakan rincian perhitungan FEMA 440 untuk menentukan kategori level kinerja:

• **Perhitungan Arah-X Permodelan Sistem Ganda:**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,516785}{0,727} = 0,710846 \text{ g}$$

Perhitungan target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} \text{ g}$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,710846 \frac{0,727^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,11203 \text{ m}$$

$$\text{Rasio simpangan} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,35195}{32} = 0,00350$$



---

• **Perhitungan Arah-Y Permodelan Sistem Ganda:**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,516785}{0,422} = 1,2246 \text{ g}$$

Perhitungan target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,2246 \frac{0,422^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,06503 \text{ m}$$

$$\text{Rasio simpangan} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,15133}{32} = 0,00203$$

**Tabel 6** Rekapitulasi kinerja struktur pada permodelan Sistem Ganda sesuai peraturan FEMA 440.

FEMA 440	S <sub>a</sub>	T <sub>e</sub>	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Level Kinerja
Arah-x	0,710846	0,727	1,2	1	1	1	IO
Arah-y	1,2246	0,422	1,2	1	1	1	IO

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan metode evaluasi level kinerja struktur *Pushover Analysis* sesuai SNI 03-1726-2019 dengan metode peraturan FEMA 440 didapatkan hasil analisis perhitungan rasio simpangan maksimum pada permodelan SRPMK untuk arah-X mendapatkan nilai sebesar 0,000473 dan arah-Y sebesar 0,000473 dan dapat disimpulkan bahwa dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*). Pada permodelan Sistem Ganda dengan Dinding Geser mendapatkan rasio simpangan maksimum nilai arah-X sebesar 0,00035 dan arah-Y sebesar 0,000203 dan dapat disimpulkan bahwa dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*). Permodelan SRPMK mendapat rasio simpangan tertinggi dibandingkan dengan Sistem Ganda dengan Dinding Geser.

#### 5. REFERENSI

- [1] Imran, I., & Hendrik, F. (2014). *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-2847-2019, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Pembangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Wicaksana, I. W. (2017). *Pengaruh Penambahan Dinding Geser Pada Perencanaan Ulang Gedung Fave Hotel Surabaya*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil (REKATS) Universitas Negeri Surabaya, 123-128.
- [4] Lesmana, Y. (2020). *Handbook Prosedur Analisa Beban Gempa Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1726-2019*. Makassar: Nas Media Pustaka.

- 
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-1726-2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.