

# Efek Penggunaan *Shear Wall* Terhadap Perilaku Dan Level Kinerja Struktur Gedung Pabrik X

## *(The Effect of Shear Wall Usage on Behavior and Performance Based Design of The Structure of Factory Building X)*

Vinsensia Dina Septiana<sup>1</sup>, Lita Lahita<sup>2</sup>, David Widiyanto<sup>3</sup>, Yohanes Yuli Mulyanto<sup>4</sup>  
email: <sup>1</sup>17b10037@student.unika.ac.id, <sup>2</sup>17b10039@student.unika.ac.id  
<sup>3</sup>dewe@unika.ac.id, <sup>4</sup>yuli@unika.ac.id

<sup>1,2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234

<sup>3,4</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata  
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234

### Abstrak

Tasikmalaya, Jawa Barat merupakan daerah yang rawan terjadi gempa. Oleh karena itu dalam perancangan bangunan perlu memperhitungkan gaya akibat gempa. Penggunaan *shear wall* mampu mengoptimalkan kinerja struktur dengan gaya gempa. Gedung Pabrik X didesain menggunakan *shear wall* agar dapat diketahui perilaku dan level kinerja strukturnya apabila terkena gaya gempa kemudian dibandingkan dengan gedung Pabrik X tanpa *shear wall*. Dalam memperhitungkan gaya gempa menggunakan analisis respon spektrum dan analisis *pushover* untuk level kinerja struktur. Berdasarkan hasil pemodelan, didapatkan hasil perilaku struktur berupa periode gedung Pabrik X tanpa *shear wall* untuk arah X sebesar 1,699 detik dan arah Y sebesar 1,805 detik sedangkan gedung Pabrik X dengan *shear wall* sebesar 1,289 detik dan arah Y sebesar 1,419 detik. *Displacement* pada gedung Pabrik X tanpa *shear wall* untuk arah X sebesar 229,775 mm dan arah Y sebesar 412,260 mm sedangkan gedung Pabrik X dengan *shear wall* untuk arah X sebesar 104,959 mm dan arah Y sebesar 61,171 mm. Berdasarkan analisis *pushover* didapatkan level kinerja struktur gedung Pabrik X tanpa *shear wall* berupa *collapse prevention* pada arah X maupun arah Y sedangkan gedung Pabrik X dengan *shear wall* berupa *Immediate Occupancy* pada arah X dan *Operational* pada arah Y menurut peraturan FEMA 440.

**Kata kunci :** *Shear Wall*, Analisis Respon Spektrum, Level Kinerja Struktur.

### Abstract

Tasikmalaya, West Java is an area prone to earthquakes. so that the use of shear walls is able to withstand earthquake forces. Factory X building is designed to use shear walls so that the behavior and performance based design are known and then compared with Factory X buildings without shear walls. Earthquake forces design using response spectrum design and pushover analysis for the performance based design. Based on the modeling results, the structural behavior results obtained in the form of Factory X building period without shear wall for X direction of 1.699seconds and Y direction of 1.805seconds while Factory X building with shear wall of 1.289seconds and Y direction of 1.419seconds. Displacement in Factory X building without shear wall for X direction is 229,775mm and Y direction is 412,260 mm while Factory X building with shear wall for X direction is 104.959 mm and Y direction is 61.171mm. The performance based design of Factory X without shear walls is in the form of collapse prevention in the X and Y direction, while the Factory X building with shear walls is in the form of Immediate Occupancy in the X direction and Operational in the Y direction according to FEMA 440.

**Keywords:** *Shear Wall, Response Spectrum Design, Performance Based Design.*

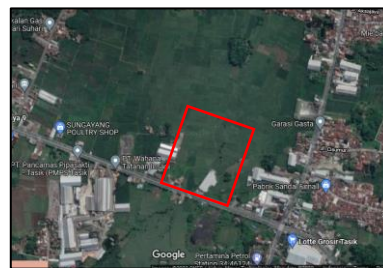
## PENDAHULUAN

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mencatat Indonesia mengalami kurang lebih 5000 gempa setiap tahun. Hal ini dikarenakan Indonesia termasuk daerah Cincin api atau disebut dengan Ring of Fire. Tasikmalaya, Jawa Barat merupakan daerah yang rawan terjadi gempa.

Gaya yang timbul pada saat terjadi gempa bumi yaitu gaya lateral. Gaya lateral ini dapat menyebabkan perubahan struktur dan menyebabkan ketidakstabilan struktur. Oleh karena itu diperlukan penambahan sistem struktur penahan gaya lateral *shear wall* pada struktur di daerah rawan gempa.

Penambahan elemen struktur shear wall ini tentunya akan memberikan pengaruh pada gedung tersebut yaitu perilaku struktur yang dapat dihitung menggunakan metode analisis dinamik respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 dan level kinerja struktur yang dianalisis menggunakan pushover menurut FEMA 440.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis perbandingan efek penggunaan *shear wall* pada gedung Pabrik X dengan gedung Pabrik X yang tidak menggunakan *shear wall* yang berada di daerah Tasikmalaya, Jawa Barat. Gedung pabrik dipilih karena disetiap lantai pada Gedung pabrik ini merupakan ruang untuk produksi tepung dengan segala peralatan berat termasuk pekerja sehingga memiliki resiko lebih besar ketika terjadi gempa daripada bangunan lainnya. Berikut adalah gambar lokasi Gedung Pabrik X di Tasikmalaya, Jawa Barat.



**Gambar 1. Peta Lokasi Pabrik X, Tasikmalaya**

(Sumber : [https://www.google.co.id/maps/](https://www.google.co.id/maps/@7.3638972,108.2075023,2134m/data=!m1!1e3)

@7.3638972,108.2075023,2134m/data=!m1!1e3 diakses pada tanggal Januari 2022 pukul 13.46)

## TINJAUAN PUSTAKA

Kombinasi beban yang digunakan untuk pemodelan adalah sebagai berikut:

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 0,9D + 1,0W$$

$$U = 1,2D + Ev + Eh + L$$

$$U = 0,9D - Ev + Eh$$

$$U = 1,0D + 0,7Ev + 0,7Eh$$

$$U = 1,0D + 0,525 Ev + 0,525Eh + 0,75L$$

$$U = 0,6D - 0,7Ev + 0,7Eh$$

Analisis beban gempa pada struktur Gedung Pabrik X, Tasikmalaya Jawa Barat menggunakan analisis dinamik respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2019.

- a. Kategori Risiko Struktur Bangunan  
Penentuan kategori risiko sudah tercantum dalam Tabel 3 SNI 1726 Tahun 2019. Apabila kategori risiko suatu bangunan telah ditentukan, maka nilai faktor keutamaan gempa dapat diketahui pada Tabel 4 SNI 1726 Tahun 2019 pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan faktor keutamaan ( $I_e$ ).

b. Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs didasarkan pada Tabel 5 SNI 1726 Tahun 2019. Data tanah yang tersertifikasi oleh pihak geoteknik diperlukan untuk mengetahui amplifikasi puncak percepatan gempa dari batuan dasar ke muka tanah.

c. Desain Respons Spektrum

- i.  $S_s$ : Percepatan batuan dasar periode pendek
- ii.  $S_1$ : Percepatan batuan dasar periode 1 detik
- iii.  $F_a$ : Faktor amplifikasi getaran periode pendek
- iv.  $F_v$ : Faktor amplifikasi getaran periode 1 detik

Nilai  $S_s$  dan  $S_1$  diperoleh dari peta  $MCE_R$ . Nilai  $F_a$  dan  $F_v$  diperoleh dari Tabel 6 dan Tabel 7 SNI 1726 Tahun 2019.

Penentuan respons spektrum desain dihitung berdasarkan rumus – rumus berikut ini.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \dots\dots\dots(1)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan percepatan spektral desain untuk periode pendek ( $SD_s$ ) dan pada periode 1 detik ( $SD_1$ ), dirumuskan berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} \dots\dots\dots(3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} \dots\dots\dots(4)$$

Perhitungan desain respons spektrum dirumuskan berikut:

Untuk  $T < T_0$ ,

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Untuk  $T_0 < T < T_s$ ,

$$S_a = S_{DS} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk  $T > T_s$ ,

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots(7)$$

Penentuan periode 0 detik dan periode pendek.

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(8)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(9)$$

d. Penentuan Periode Fundamental Struktur

Periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ), dalam detik, dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$T_{min}(T_a) = C_t \times h_n^x \dots\dots\dots(10)$$

Nilai parameter periode pendekatan  $C_t$  dan  $x$  didapat dari SNI 1726 Tahun 2019.

Menurut SNI 1726:2019, periode fundamental maksimal ( $T_{max}$ ), dalam satuan detik, dihitung dengan persamaan berikut:

$$T_{max} = C_u \times T_a \dots\dots\dots(11)$$

e. Modifikasi Faktor Skala

Faktor skala awal ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$SF = g \frac{I_e}{R} \dots\dots\dots(12)$$

Gedung dengan sistem struktur yang sama pada kedua arahnya akan memiliki faktor skala yang sama. Faktor skala kemudian diubah berdasarkan nilai gaya geser dasar hasil analisis ETABS. Nilai gaya geser dasar yang dihasilkan ( $V_i$ ) harus sama besarnya dengan nilai gaya geser desain ( $V$ ). Perhitungan nilai koefisien respons

seismik dihitung berdasarkan SNI 1726 Tahun 2019:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I_e} \dots\dots\dots (13)$$

$$C_{s \max} = \frac{S_{D1}}{T(R/I_e)} \dots\dots\dots (14)$$

$$C_{s \min} = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \dots\dots\dots (15)$$

Berdasarkan SNI 1726 Tahun 2019, perhitungan nilai gaya geser dasar desain (V) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W \dots\dots\dots (16)$$

Apabila nilai  $V_t$  tidak sama dengan nilai V, maka faktor skala dari masing – masing arah tinjauan x dan y harus dimodifikasi, sehingga didapat nilai  $V_t$  = nilai V.

f. Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726 Tahun 2019, syarat perhitungan simpangan pada tiap lantai bangunan adalah sebagai berikut:

$$\Delta_i < \Delta_{izin} = \frac{\Delta_a}{\rho} \dots\dots\dots (17)$$

Pemilihan nilai  $\Delta_a$  untuk perhitungan perencanaan ini mengacu pada Tabel 20 dalam SNI 1726 Tahun 2019. Simpangan per lantai di tingkat-x dapat dihitung sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots\dots\dots (18)$$

g. Fleksibilitas Diafragma

Diafragma merupakan elemen struktur yang menyalurkan gaya yang bekerja pada elemen bidang struktur ke elemen vertikal sistem penahan gaya gempa. Berdasarkan SNI 1726:2019 analisis struktur harus mempertimbangkan kekakuan relatif diafragma dan elemen vertikal sistem penahan gempa. Dalam hal ini pelat lantai dan pelat atap dapat berfungsi sebagai diafragma yang dapat

menyumbangkan kekakuan gedung ketika beban lateral bekerja.

Level kinerja struktur Gedung Pabrik X dianalisis menggunakan analisis pushover berdasarkan peraturan FEMA 440. Terdapat empat kategori yaitu:

a. *Operational*

*Operational* merupakan kategori kinerja struktur gedung yang jika terjadi gempa tidak ada kerusakan yang berarti. Secara keseluruhan mampu kekuatan dan kekakuannya sehingga dapat digunakan kembali dengan normal.

b. *Immediate occupancy (IO)*

*Immediate occupancy* merupakan kategori kinerja struktur gedung yang jika terjadi gempa hanya mengalami sedikit kerusakan. Gedung masih memiliki kekuatan dan kekakuan yang hampir sama dengan sebelum terjadi gempa. Seluruh sistem penahan gaya lateral dan vertikal masih dapat menahan gaya gempa yang terjadi.

c. *Life safety (LS)*

*Life safety* merupakan kategori kinerja struktur gedung yang jika terjadi gempa elemen struktur utama seperti kolom, balok, pelat tidak mengalami keruntuhan namun pada elemen lain terjadi kerusakan yang cukup parah. Resiko timbulnya korban jiwa maupun cedera yang dialami oleh orang yang berada dalam bangunan cukup rendah. Bangunan dapat digunakan kembali apabila diperbaiki.

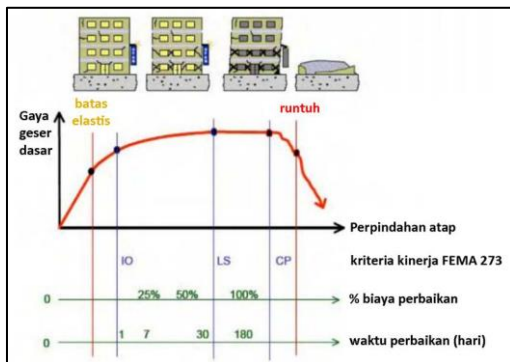
d. *Limited safety*

*Limited safety*, merupakan kategori kinerja struktur gedung yang berada diantara *life safety* dan *collapse prevention*. Elemen struktur mengalami kerusakan yang sangat parah setelah terjadi gempa dan memungkinkan

timbulnya cedera pada orang yang berada di dalam gedung akan tetapi bangunan gedung belum mengalami roboh.

e. *Collapse prevention (CP)*

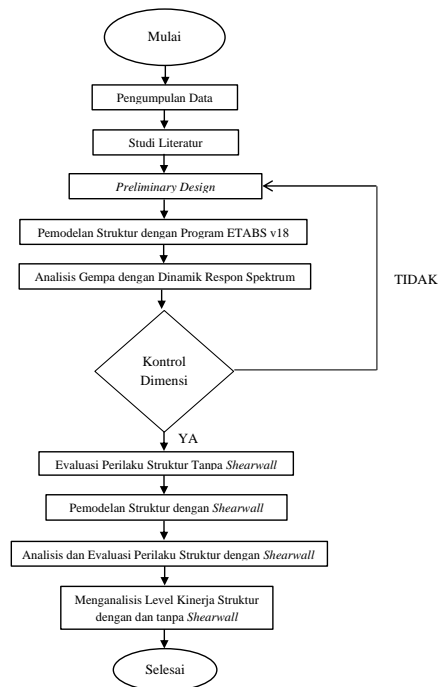
*Collapse prevention*, merupakan kategori kinerja struktur gedung yang jika terjadi gempa elemen struktural dan nonstruktural mengalami rusak parah dan dinyatakan runtuh sebagian atau runtuh total.



**Gambar 2 Ilustrasi level kinerja struktur menurut FEMA 356 (Sumber : FEMA, 2000)**

**METODE**

Langkah pengerjaan tugas akhir dapat dilihat dalam diagram alir di bawah ini.



**Gambar 3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir**

**HASIL PENELITIAN**

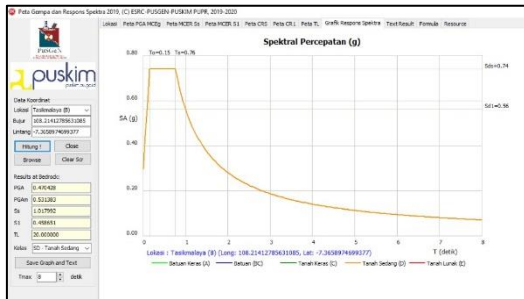
Data umum dan mutu bahan bangunan Gedung Pabrik X adalah sebagai berikut:

- Nama Bangunan : Gedung Pabrik X
- Tipe Bangunan : Pabrik
- Wilayah Bangunan : Tasikmalaya
- Tinggi Bangunan : 40 m (8 Lantai)
- Lebar Bangunan : 31,7 m
- Panjang Bangunan : 58,9 m
- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
- 40 MPa (Pile cap)
- Mutu Baja ( $f_y$ ) : 280MPa
- (Tulangan Polos)
- 420 MPa
- (Tulangan Ulir)
- Jenis Pondasi : Tiang pancang

Perhitungan struktur Gedung Pabrik X didesain mampu menahan gempa dengan sistem rangka pemikul momen khusus dan

dinding geser beton bertulang khusus. Klasifikasi situs pada lokasi Pabrik X adalah tanah sedang (SD) dengan kategori resiko II untuk bangunan pabrik sehingga memiliki faktor keutamaan gempa 1,0.

Data respon spektrum diambil dari situs PUSKIM dengan aplikasi RSA2018. Data tersebut menghasilkan grafik spectral percepatan dan parameter percepatan gempa.



**Gambar 4. Data Spektral Percepatan (Sumber : PUSKIM)**

$S_s$	=	1,018
$S_1$	=	0,459
$F_a$	=	1,093
$F_v$	=	1,841
$S_{MS} (S_s \times F_a)$	=	1,112
$S_{M1} (S_1 \times F_v)$	=	0,845
$S_{DS} (2/3 S_{MS})$	=	0,742
$S_{D1} (2/3 S_{M1})$	=	0,563

**Gambar 5. Parameter Percepatan Gempa**

Berdasarkan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  maka dapat diketahui kategori desain seismik (KDS) adalah kategori D.

Perilaku struktur gedung Pabrik X berupa periode fundamental, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai dapat diketahui setelah memasukkan seluruh beban termasuk beban kombinasi dan beban gempa. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil:  
 $T_{min} = 1,289$  detik

$T_{max} = 1,805$  detik

Tabel hasil perhitungan ETABS menunjukkan bahwa periode untuk gedung Pabrik X tanpa *shear wall*  $T_x = 1,805$  dan  $T_y = 1,699$ .

**Tabel 1. Modal Partisipasi Massa Terkontri -busi Gedung Tanpa *Shear Wall***

Case	Mode	Periode (detik)	UX	UY	SUM UX	SUM UY
Modal	1	2,033	0,6753	0,0055	0,6753	0,0055
Modal	2	1,699	0,0221	0,5296	0,6974	0,5351

Sedangkan gedung Pabrik X dengan *shear wall*  $T_x = 1,419$  dan  $T_y = 1,289$ .

**Tabel 2. Modal Partisipasi Massa Terkontri -busi Gedung Dengan *Shear Wall***

Case	Mode	Periode (detik)	UX	UY	SUM UX	SUM UY
Modal	1	1,419	0,6813	0,0018	0,6813	0,0018
Modal	2	1,165	0,0029	0,7143	0,6842	0,716

Perilaku struktur berupa gaya geser dasar dipengaruhi oleh beban gedung sehingga gaya geser dasar gedung Pabrik X dengan *shear wall* lebih besar yaitu arah X sebesar 8477,15 kN dan arah Y sebesar 7638,24 kN dari pada gedung Pabrik X tanpa *shear wall* yaitu arah X sebesar 6419,08 kN dan arah Y sebesar 6043,63 kN.

Simpangan antar lantai memiliki syarat izin dg memperhatikan tabel SNI 1726:2019 berdasarkan jenis struktur dan kategori resiko. Berikut adalah tabel hasil perhitungan simpangan antar lantai.

**Tabel 3. Simpangan Antar Lantai Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall Arah X**

Story	Output Case	UX	h (mm)	$\Delta_i$	$\Delta_{ijin}$	Status
Atap	RSP <sub>x</sub>	79,476	6000	62,084	150	OK
Lantai 8	RSP <sub>x</sub>	68,188	5000	55,1210	125	OK
Lantai 7	RSP <sub>x</sub>	58,166	4500	48,4495	112,5	OK
Lantai 6	RSP <sub>x</sub>	49,357	5000	59,9115	125	OK
Lantai 5	RSP <sub>x</sub>	38,464	5500	71,7365	137,5	OK
Lantai 4	RSP <sub>x</sub>	25,421	4500	58,6795	112,5	OK
Lantai 3	RSP <sub>x</sub>	14,752	4500	51,3205	112,5	OK
Lantai 2	RSP <sub>x</sub>	5,421	5000	29,8155	125	OK
Lantai dasar	RSP <sub>x</sub>	0	0	0	0	OK

**Tabel 4. Simpangan Antar Lantai Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall Arah Y**

Story	Output Case	UY	h (mm)	$\Delta_i$	$\Delta_{ijin}$	Status
Atap	RSP <sub>x</sub>	47,055	6000	13,3155	150	OK
Lantai 8	RSP <sub>x</sub>	44,634	5000	41,668	125	OK
Lantai 7	RSP <sub>x</sub>	37,058	4500	25,124	112,5	OK
Lantai 6	RSP <sub>x</sub>	32,49	5000	35,167	125	OK
Lantai 5	RSP <sub>x</sub>	26,096	5500	44,682	137,5	OK
Lantai 4	RSP <sub>x</sub>	17,972	4500	40,854	112,5	OK
Lantai 3	RSP <sub>x</sub>	10,544	4500	36,52	112,5	OK
Lantai 2	RSP <sub>x</sub>	3,904	5000	21,472	125	OK
Lantai dasar	RSP <sub>x</sub>	0	0	0	0	OK

**Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Gedung Pabrik X Dengan Shear Wall Arah X**

Story	Output Case	UX	h (mm)	$\Delta_i$	$\Delta_{ijin}$	Status
Atap	RSP <sub>x</sub>	52,912	6000	46,343	150	OK
Lantai 8	RSP <sub>x</sub>	44,486	5000	33,5445	125	OK
Lantai 7	RSP <sub>x</sub>	38,387	4500	36,817	112,5	OK
Lantai 6	RSP <sub>x</sub>	31,693	5000	39,4405	125	OK
Lantai 5	RSP <sub>x</sub>	24,522	5500	45,397	137,5	OK
Lantai 4	RSP <sub>x</sub>	16,268	4500	35,9645	112,5	OK
Lantai 3	RSP <sub>x</sub>	9,729	4500	32,604	112,5	OK
Lantai 2	RSP <sub>x</sub>	3,801	5000	20,9055	125	OK
Lantai dasar	RSP <sub>x</sub>	0	0	0	0	OK

**Tabel 6. Simpangan Antar Lantai Gedung Pabrik X Dengan Shear Wall Arah Y**

Story	Output Case	UY	h (mm)	$\Delta_i$	$\Delta_{ijin}$	Status
Atap	RSP <sub>x</sub>	31,549	6000	20,702	150	OK
Lantai 8	RSP <sub>x</sub>	27,785	5000	22,022	125	OK
Lantai 7	RSP <sub>x</sub>	23,781	4500	20,119	112,5	OK
Lantai 6	RSP <sub>x</sub>	20,123	5000	24,222	125	OK
Lantai 5	RSP <sub>x</sub>	15,719	5500	28,094	137,5	OK
Lantai 4	RSP <sub>x</sub>	10,611	4500	23,034	112,5	OK
Lantai 3	RSP <sub>x</sub>	6,423	4500	21,3235	112,5	OK
Lantai 2	RSP <sub>x</sub>	2,546	5000	14,003	125	OK
Lantai dasar	RSP <sub>x</sub>	0	0	0	0	OK

Perbandingan antara struktur kolom dan dinding geser dalam menahan gempa yang ditinjau dari reaksi joint output software ETABS melalui analisis gempa respons spektrum. Hasil rasio struktur dalam menahan gempa ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rasio Struktur Dalam Menahan Gempa**

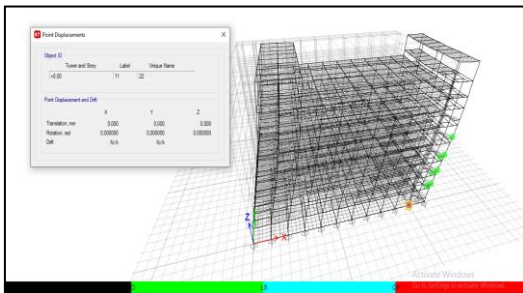
Arah Gempa	Struktur Pemikul Momen Khusus	F (kN)	Rasio (%)
X	Shear wall	5782,38	69,53
	Frame	2534,43	30,47
	All	8316,80	100,00
Y	Shear wall	4516,61	60,28
	Frame	2975,68	39,72
	All	7492,30	100,00

Untuk mengetahui level kinerja pada Gedung Pabrik X dilakukan analisis menggunakan metode *pushover* berdasarkan peraturan FEMA 440. Analisis tersebut menggunakan aplikasi ETABS dengan menganggap beban gempa rencana yang bereaksi pada struktur gedung secara bertahap meningkat kemudian menyebabkan *displacement* dan pelepasan pada elemen struktur. Analisis *pushover* dilakukan pada permodelan Gedung Pabrik X tanpa *shear wall* dan Gedung pabrik X dengan *shear wall*. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui perbandingan level kinerja kedua permodelan tersebut.

Terdapat empat tingkatan kinerja yaitu *Operational* (warna hitam tanpa bulatan), *Immediate Occupancy* (indikator bulat warna hijau), *Life Safety* (indikator bulat warna biru), dan *Collapse Prevention* (indikator bulat warna merah).

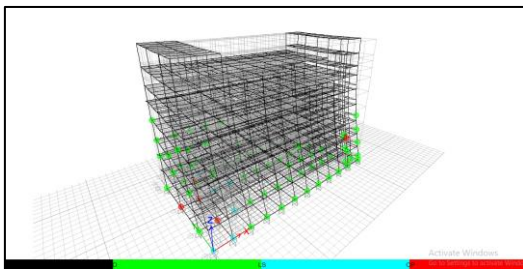
Dengan memodelkan sendi plastis pada struktur akan terbentuk sendi plastis

pada join yang berbeda dengan level kinerja yang berbeda – beda pula.



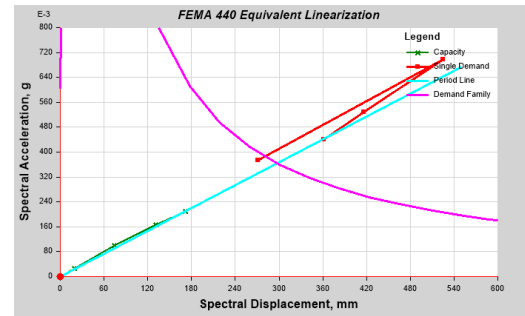
**Gambar 6. Sendi Plastis Arah X Pada Step Number 4/4 Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall**

Berdasarkan Gambar 6. pada *pushover* arah X terjadi pelepasan satu sendi plastis dengan level kinerja *collapse prevention*

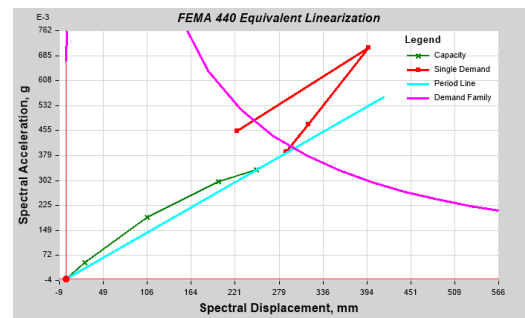


**Gambar 7. Sendi Plastis Arah Y Pada Step Number 5/5 Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall**

Berdasarkan Gambar 7. pada *pushover* arah Y terjadi pelepasan enam sendi plastis dengan level kinerja *collapse prevention* pada tahap kelima.



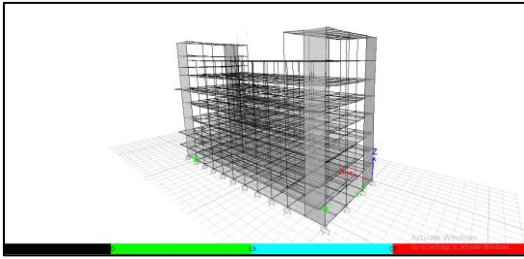
**Gambar 8. Kurva Pushover Arah X Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall**



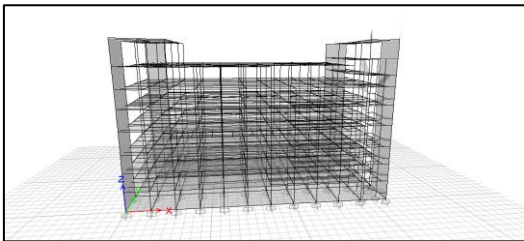
**Gambar 9. Kurva Pushover Arah Y Gedung Pabrik X tanpa Shear Wall**

Berdasarkan kurva *pushover* arah X menunjukkan nilai *spectral acceleration* sebesar 350 g dan nilai *spectral displacement* sebesar 295 mm. Kurva *pushover* arah X menunjukkan nilai *spectral acceleration* sebesar 385 g dan nilai *spectral displacement* sebesar 290 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan percepatan gempa yang terjadi pada gedung Pabrik X tanpa *shear wall* masih menimbulkan displacement yang cukup besar.



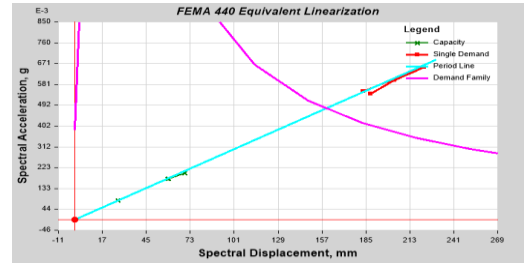


**Gambar 10. Sendi Plastis Arah X Pada Step Number 4/4 Gedung Pabrik X dengan *Shear Wall***

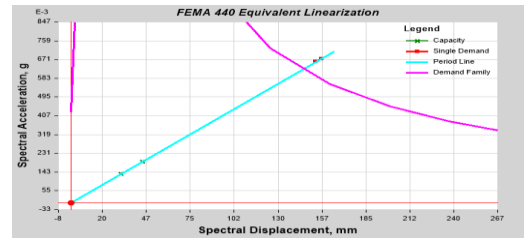


**Gambar 11. Sendi Plastis Arah X Pada Step Number 2/2 Gedung Pabrik Y dengan *Shear Wall***

Pada *pushover* arah X terjadi pelepasan dua sendi plastis dengan level kinerja *Immediate occupancy* pada tahap keempat sedangkan pada *pushover* arah Y tidak terjadi pelepasan sendi plastis pada tahap kedua sehingga termasuk dalam level kinerja *operational*. Hal tersebut menunjukkan bahwa kinerja gedung Pabrik X dengan *shear wall* lebih baik dari pada gedung Pabrik X tanpa *shear wall* berdasarkan tingkat kelelahan sendi plastis yang terjadi.



**Gambar 12. Kurva *Pushover* Arah X Gedung Pabrik X dengan *Shear Wall***



**Gambar 13. Kurva *Pushover* Arah Y Gedung Pabrik X dengan *Shear Wall***

Berdasarkan kurva *pushover* arah X menunjukkan nilai *spectral acceleration* sebesar 485 g dan nilai *spectral displacement* sebesar 160 mm. Kurva *pushover* arah X menunjukkan nilai *spectral acceleration* sebesar 627 g dan nilai *spectral displacement* sebesar 144 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan percepatan gempa yang lebih besar pada gedung Pabrik X dengan *shear wall* menimbulkan displacement yang lebih kecil dibandingkan dengan permodelan gedung Pabrik X tanpa *shear wall*.

Hasil perhitungan ETABS juga menunjukkan perbedaan *displacement* yang terjadi pada Gedung Pabrik X tanpa *shear wall* dan Gedung Pabrik X dengan *shear wall* yang dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Perbandingan *Displacement* Yang Terjadi Pada Gedung Pabrik X Tanpa *Shear Wall* Dan Gedung Pabrik X Dengan *Shear Wall***

	Syarat <i>Displacement</i> Izin	<i>Displacement</i> Gedung Pabrik X tanpa <i>Shear wall</i>	<i>Displacement</i> Gedung Pabrik X tanpa <i>Shear wall</i>	Reduksi
	(mm)	(mm)	(mm)	(%)
Arah X	150	229,775	104,959	54,32
Arah Y	150	412,260	61,171	85,16

Penggunaan *shear wall* dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan sehingga *displacement* yang terjadi akibat gaya gempa dapat tereduksi dengan baik. *Displacement* yang kecil mampu mengurangi tingkat kerusakan struktur yang terjadi akibat gempa.

Penggunaan *shear wall* juga dapat meningkatkan level kinerja struktur gedung Pabrik X. Perbandingan level kinerja struktur pada permodelan gedung Pabrik X tanpa *shear wall* dan gedung Pabrik X dengan *shear wall* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Perbandingan Level Kinerja Struk-tur Pada Permodelan Gedung Pabrik X Tanpa *Shear Wall* Dan Gedung Pabrik X Dengan *Shear Wall***

Arah Gaya	Gedung Pabrik X Tanpa <i>Shear Wall</i>
	FEMA 440
X	<i>Collapse Prevention</i>
Y	<i>Collapse Prevention</i>
Arah Gaya	Gedung Pabrik X Dengan <i>Shear Wall</i>
	FEMA 440
X	<i>Immediate Occupancy</i>
Y	<i>Operational</i>

## KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan permodelan menggunakan ETABS Gedung Pabrik X tanpa *Shear Wall* dan Gedung Pabrik X dengan *Shear Wall* dapat

disimpulkan perbandingan perilaku dan level kinerja strukturnya.

1. Penambahan *shear wall* mampu memperkecil perilaku struktur berupa periode getar yang terjadi akibat gaya gempa.
2. Perilaku struktur berupa gaya geser dasar dipengaruhi oleh beban gedung sehingga gaya geser dasar gedung Pabrik X dengan *shear wall* lebih besar daripada Gedung pabrik X tanpa *shear wall*.
3. Berdasarkan perhitungan stuktur didapatkan nilai simpangan ijin gedung Pabrik X sebesar 150 mm.
4. Penambahan *shear wall* efektif dalam mereduksi *displacement* yang terjadi arah X sebesar 54,32% dan arah Y sebesar 85,16%.
5. Level kinerja struktur pada pemodelan tanpa elemen *shear wall* masuk kedalam kategori *Collapse Prevention* (CP)
6. Level kinerja struktur meningkat setelah ditambahkan elemen *shear wall* hingga pada kategori *Immidiata Occupancy* (IO) pada arah X dan *Operational* arah Y.

## SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian kedepannya.

1. Mempelajari lebih detail mengenai *tools* dan parameter yang terdapat pada ETABS agar dalam pengerjaan dan hasil dapat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
2. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya menggunakan metode

- selain nonlinier *pushover* dan menggunakan struktur baja.
3. Dapat menganalisis secara mendetail menggunakan cara manual untuk membandingkan hasil secara valid.
  4. Menggunakan peraturan yang terbaru agar hasil penelitian sesuai dengan persyaratan terbaru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batara, I. (2020): Ebook program SAP2000 versi 20. Diperoleh dari situs [internet: www.catatanismail97.blogspot.com](http://www.catatanismail97.blogspot.com). Diunduh pada tanggal 10 Oktober 2021, pukul 18.14 WIB, 65 – 86.
- FEMA-440. (2005): Improvement of nonlinier static seismic analysis procedures, *American Society Of Civil Engineers*, Washington, D.C.
- Mamesah, H.Y., Wallah, S.E., dan Windah, R.S. (2014): Analisis pushover pada bangunan dengan soft first story, *Jurnal Sipil Statik*. ISSN : 2337-6732. 2 (4), 214 – 218.
- Marianda, D. (2016): *Evaluasi kinerja struktur gedung “Asrama mahasiswa UGM” Yogyakarta menggunakan analisa pushover sesuai pedoman ATC-40*. TA Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, 8.
- Satyarno, I., Nawangalam, P., dan Pratomo, I. (2012). *Belajar SAP2000 analisis gempa seri 2*. Yogyakarta: Zamil Publishing, 3 – 5.
- SNI 1726:2019. (2019): Tata cara perencanaan ketahan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Soebianto, D.A., dan Indrajaya, W. (2022): *Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit Panti Wilasa “Dr. Cipto” Kota Semarang)* TA Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, 96 – 156.
- Syaach, B.A., dan Ayulinasih, L. (2022): *Perbandingan Penggunaan Shear Wall dan Non Shear Wall Pada Gedung Dengan Metode Analisis Pushover Ditinjau dari Kinerja Batas Layan dan Level Kinerja Struktur (Studi Kasus: Hotel X, di Yogyakarta)*, TA Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata, 122 – 145.
- Wibowo, Purwanto, E., dan Yanto, D. (2010): *Menentukan level kinerja struktur beton bertulang pasca gempa*. Surakarta: Media Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, 49 – 54.
- Tavio dan Wijaya, U. (2018): *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design) Edisi 2*. Yogyakarta: ANDI, 45 – 233.