

EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN UNP DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS* MENGUNAKAN SNI 1726-2019

Luthfi Parlindungan Hasibuan¹, Prima Yane Putri²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: luthfiparlindunganhasibuan@gmail.com

Abstrak: Gedung Fakultas Psikologi dan Kesehatan UNP merupakan salah satu bangunan yang ada di Kota Padang yang merupakan wilayah rawan gempa. Gedung ini dibangun pada tahun 2012 dengan perencanaan beban gempa yang tentu mengacu kepada peraturan yang berlaku pada saat itu. Perlu dilakukan evaluasi kinerja struktur bangunan berdasarkan SNI 1726-2019 yang merupakan pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan yang berlaku saat ini. Berdasarkan hasil evaluasi, dapat diketahui tingkat keamanan struktur bangunan terhadap gempa bumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis statik *pushover*. Beban gempa yang bekerja pada bangunan dihitung berdasarkan ketentuan-ketentuan yang terdapat dalam SNI 1726-2019. Beban lainnya yang bekerja pada bangunan mengacu kepada SNI 1727-2020 dan PPPURG 1987. Level kinerja bangunan ditentukan berdasarkan FEMA 440. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan aplikasi SAP2000, diperoleh *drift actual* untuk arah X dan arah Y masing-masing adalah 1,55% dan 1,79%. Level kinerja struktur bangunan termasuk ke dalam *Life Safety (LS)* yang berarti ketika terjadi gempa bangunan mengalami kerusakan komponen struktur dan nonstruktur. Ketika akan digunakan kembali, bangunan perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu.

Kata Kunci: Gempa, evaluasi kinerja, analisis *pushover*, level kinerja

Abstract: The UNP Faculty of Psychology and Health building is one of the buildings in Padang City, which is an earthquake-prone area. This building was built in 2012 with earthquake load planning which certainly refers to the regulations in force at that time. It is necessary to evaluate the performance of the building structure based on SNI 1726-2019 which is the current earthquake resistance planning guideline for building structures. Based on the evaluation results, the level of safety of the building structure against earthquakes can be known. The method used in this research is the pushover static analysis method. The earthquake load acting on the building is calculated based on the provisions contained in SNI 1726-2019. Other loads acting on the building refer to SNI 1727-2020 and PPPURG 1987. The building performance level is determined based on FEMA 440. Based on the analysis conducted using the SAP2000 application, the actual drifts for the X direction and Y direction are 1.55% and 1.79%, respectively. The performance level of the building structure is included in Life Safety (LS), which means that when an earthquake occurs, the building experiences damage to structural and nonstructural components. When it is reused, the building needs to be repaired first.

Keyword: earthquake, performance evaluation, pushover analysis, performance level

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang paling rawan terjadinya bencana gempa bumi. Hal itu diakibatkan karena wilayah Indonesia merupakan daerah pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu

lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Pertemuan tiga lempeng ini juga mengakibatkan Indonesia dikelilingi oleh banyak gunung berapi (Artatia & Hakim, 2015).

Gempa bumi tidak hanya terjadi di darat, tetapi juga di dasar laut yang mengakibatkan terjadinya tsunami. Apabila wilayah tersebut merupakan dataran rendah dengan potensi gempa tinggi akan terjadi gempa tektonik akibat adanya patahan pada lempeng. Namun, apabila wilayah tersebut merupakan dataran tinggi yang rawan gempa akan terjadi gempa vulkanik yang ditandai dengan letusan gunung berapi (Artatia & Hakim, 2015). Sumatra Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang tergolong wilayah rawan gempa karena berada di daerah pertemuan lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia.

Salah satu gempa yang paling kuat terjadi pada 30 September 2009 pukul 17.16 WIB. Gempa yang memiliki kekuatan 7,6 SR ini terjadi di lepas pantai Sumatra Barat. Berdasarkan data Satkorlak PB (Satuan Koordinasi Pelaksana Penanganan Bencana) gempa tersebut menyebabkan 1.117 orang tewas, 1.214 orang luka berat, 1.688 orang luka ringan, 1 orang hilang, 135.448 rumah rusak berat, 65.380 rusak sedang dan 78.604 rusak ringan (BPBD Kota Padang, 2019).

Gedung pendidikan adalah salah satu fasilitas pendidikan yang berfungsi sebagai tempat melaksanakan segala aktivitas akademik. Salah satu gedung pendidikan yang ada di Kota Padang adalah Gedung Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Negeri Padang. Gedung ini merupakan bangunan yang sudah cukup lama yang dibangun pada tahun 2012. Peraturan dalam perencanaan beban gempa pada bangunan tersebut tentu mengacu kepada peraturan yang berlaku pada saat itu. Seiring bertambahnya umur bangunan, kinerja bangunan dapat mengalami penurunan (Juarti et al., 2015). Evaluasi kinerja struktur perlu dilakukan untuk mengetahui keamanan struktur terhadap gempa bumi berdasarkan peraturan yang berlaku saat ini. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan dapat diketahui apakah gedung layak atau diperlukan perlakuan tambahan karena terdapat perubahan peraturan (Istiono & Dzakwan, 2023).

Suatu bangunan harus dipastikan mempunyai struktur yang baik khususnya yang berada di wilayah yang rawan terjadi gempa bumi. Bangunan gedung di wilayah rawan gempa harus didesain kuat terhadap gempa untuk mengurangi risiko bahaya yang dapat terjadi (Adeswastoto et al., 2017). Pada bangunan yang eksisting bisa dilakukan evaluasi kinerja struktur bangunan supaya memperkecil kerugian yang terjadi.

Perencanaan bangunan tahan gempa yang populer dipakai sekarang adalah perencanaan berbasis

kinerja. Salah satu metode yang digunakan dalam konsep perencanaan berbasis kinerja adalah analisis beban dorong statik (*static pushover analysis*). Dengan menggunakan analisis *pushover*, respons dari elemen-elemen struktur bangunan saat menerima beban gempa akan dapat dilihat secara visual, yaitu pada kondisi elastis, plastis dan saat struktur mengalami keruntuhan. Tujuan dilakukan analisis *pushover* adalah untuk menentukan komponen tertentu yang memerlukan perhatian khusus untuk stabilitasnya dengan memperhitungkan gaya dan perpindahan maksimum yang terjadi (Mamesah et al., 2014).

METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur
Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang berhubungan dengan masalah yang akan dihadapi. Studi literatur adalah mempelajari segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan seperti buku, jurnal, dan peraturan-peraturan yang digunakan dalam melakukan penelitian.
2. Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder
Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data ini diperoleh berdasarkan pengujian di lapangan, yaitu pengecekan kuat tekan beton dan tebal selimut beton. Selanjutnya, data sekunder diperoleh berdasarkan data yang sudah ada sebelumnya. Data sekunder yang dikumpulkan, yaitu gambar perencanaan bangunan.
3. Pemodelan Struktur
Pemodelan struktur bangunan dilakukan dalam bentuk tiga dimensi dengan bantuan aplikasi SAP2000. Elemen kolom dan balok dimodelkan sebagai *frame* dan pelat dimodelkan sebagai *shell*.
4. Pembebanan Struktur
 - a. Beban Mati dan Beban Mati Tambahan
Beban mati struktur akan dihitung secara otomatis oleh SAP2000 berdasarkan jenis material yang digunakan dengan membuat faktor beban 1. Untuk beban mati tambahan diperoleh berdasarkan PPPURG 1987. Beban mati tambahan dapat dilihat seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Beban Mati Tambahan

Material	Berat Jenis (kN/m ²)
----------	----------------------------------

Pasir tebal 1 cm	0,16
Spesi tebal 3 cm	0,66
Keramik	0,24
Plafon dan penggantung	0,18
Instalasi ME	0,25
Dinding	2,50
Waterproofing	0,28

b. Beban Hidup

Dalam penelitian ini, beban hidup yang digunakan sesuai dengan SNI 1727-2020 pasal 4.3.1 seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Beban Hidup

Pemanfaatan	Beban Merata (kN/m ²)
Ruang pertemuan	4,79
Koridor di atas lantai pertama	3,83
Atap datar tidak ditempati	0,96
Ruang kelas	1,92
Ruang komputer	4,79
Ruang baca	2,87

c. Beban Gempa

Beban gempa pada bangunan dihitung berdasarkan ketentuan-ketentuan dalam SNI 1726-2019 menggunakan analisis respons spektrum. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan kategori risiko bangunan sesuai dengan jenis penggunaan bangunan yang dianalisis sehingga diperoleh faktor keutamaan gempa. Selanjutnya, parameter respons spektrum dapat diperoleh berdasarkan aplikasi RSA 2019.

5. Validasi Pemodelan

Validasi pemodelan dilakukan setelah pemodelan dan input pembebanan sudah dilakukan. Validasi pemodelan bertujuan untuk memastikan pemodelan yang dilakukan pada SAP2000 sudah benar.

6. Analisis Struktur dan Analisis *Pushover*

Analisis struktur dilakukan supaya dapat diketahui besar gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur bangunan. Selanjutnya, dilakukan analisis *pushover* untuk mengetahui bagaimana kurva kapasitas struktur yang dapat digunakan dalam menentukan level kinerja struktur berdasarkan metode FEMA 440.

Level kinerja struktur bangunan ditentukan berdasarkan batasan *drift* struktur. Batasan *drift* struktur berdasarkan FEMA 356 bisa dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Batasan *Drift* Struktur

Level Kinerja	<i>Drift</i> (%)	Keterangan
<i>Immediate Occupancy (IO)</i>	1,0	<i>Transient</i>
<i>Life Safety (LS)</i>	2,0	<i>Transient</i>
	1,0	<i>Permanent</i>
<i>Collapse Prevention (CP)</i>	4,0	<i>Transient</i> or <i>Permanent</i>

7. Kesimpulan

Berdasarkan analisis *pushover* yang dilakukan dapat diketahui bagaimana level kinerja struktur bangunan berdasarkan metode FEMA 440. Berdasarkan level kinerja yang diperoleh, dapat disimpulkan bangunan dapat menahan beban gempa atau tidak berdasarkan SNI 1726-2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Struktur Bangunan

Data struktur bangunan diperoleh berdasarkan gambar rencana bangunan dan pengujian langsung di lapangan. Data mutu beton yang digunakan diperoleh berdasarkan pengujian menggunakan *schmidt rebound hammer* yang dapat dilihat pada tabel 4. Mutu baja tulangan diperoleh berdasarkan SNI 2052-2002 pasal 5.4, dimana baja tulangan dengan diameter (\emptyset) < 12 mm digunakan $f_y = 240$ MPa dan baja tulangan dengan diameter (D) > 12 mm digunakan $f_y = 390$ MPa. Data-data elemen kolom, balok dan pelat lantai masing-masing dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7 berikut:

Tabel 4. Mutu Beton

Elemen Struktur	Mutu Beton	Satuan
Kolom	36	MPa
Balok	34	MPa
Pelat	39	MPa

Tabel 5. Detail Elemen Kolom

Jenis Kolom	Dimensi (cm)	Daerah	Tulangan Utama	Tulangan Geser
K1	40 x 40	Tumpuan	20D22	$\emptyset 10 - 15$ cm
		Lapangan	20D22	$\emptyset 10 - 15$ cm
K2	40 x 40	Tumpuan	16D22	$\emptyset 10 - 15$ cm
		Lapangan	16D22	$\emptyset 10 - 15$ cm

K3	40 x 40	Tumpuan	12D22	Ø10 - 15 cm
		Lapangan	12D22	Ø10 - 15 cm

Tabel 6. Detail Elemen Balok

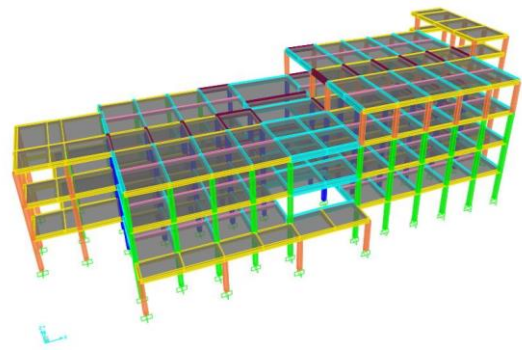
Jenis Balok	Dimensi Daerah (cm)	Tulangan Utama	Tulangan Geser	
A	25 x 65	Tumpuan Atas	6D19	Ø10 - 8 cm
		Pinggang	2Ø10	
	Lapangan	Bawah	2D19	Ø10 - 12,5 cm
		Atas	2D19	
B	25 x 65	Tumpuan Atas	5D19	Ø10 - 8 cm
		Pinggang	2Ø10	
	Lapangan	Bawah	2D19	Ø10 - 20 cm
		Atas	2D19	
C	25 x 40	Tumpuan Atas	5D16	Ø10 - 7,5 cm
		Pinggang	-	
	Lapangan	Bawah	2D16	Ø10 - 20 cm
		Atas	2D16	
D	20 x 40	Tumpuan Atas	3D16	Ø10 - 15 cm
		Pinggang	-	
	Lapangan	Bawah	2D16	Ø10 - 20 cm
		Atas	2D16	

Tabel 7. Detail Elemen Pelat

Jenis Pelat	Tebal (cm)	Tulangan	Lapis
Pelat Lantai	12	Ø10 - 20 cm	2 lapis

2. Pemodelan Struktur

Tampilan 3D pemodelan struktur Gedung Fakultas Psikologi dan Kesehatan UNP dengan menggunakan aplikasi SAP2000 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tampilan 3D Gedung Fakultas Psikologi dan Kesehatan UNP

3. Pembebanan Struktur

a. Beban Mati Tambahan

- 1) Beban mati tambahan pada pelat lantai = 1,49 kN/m²
- 2) Beban mati tambahan pada pelat lantai atap = 0,71 kN/m²
- 3) Beban dinding tinggi 3,35 m = 8,04 kN/m²
- 4) Beban dinding tinggi 3,60 m = 8,64 kN/m²
- 5) Beban dinding tinggi 3,10 m = 7,44 kN/m²
- 6) Beban dinding tinggi 1,95 m = 4,68 kN/m²
- 7) Beban dinding tinggi 1,15 m = 2,76 kN/m²
- 8) Beban dinding tinggi 0,96 m = 2,304 kN/m²

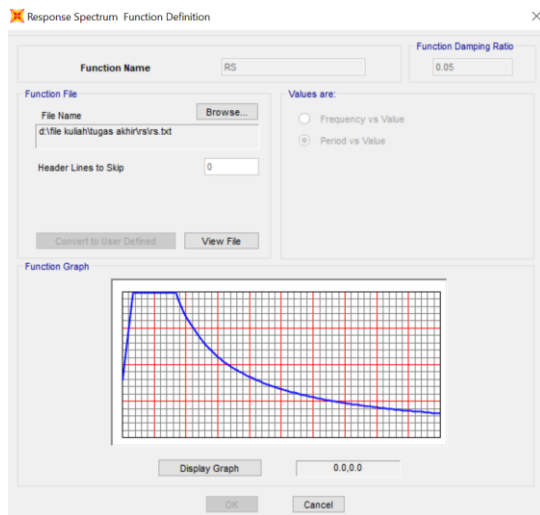
b. Beban Hidup

- 1) Ruang pertemuan = 4,79 kN/m²
- 2) Koridor di atas lantai pertama = 3,83 kN/m²
- 3) Ruang kelas = 1,92 kN/m²
- 4) Ruang baca = 2,87 kN/m²
- 5) Ruang komputer = 4,79 kN/m²

c. Beban Gempa

- 1) Kategori risiko bangunan = IV
- 2) Faktor keutamaan gempa = I,5
- 3) Klasifikasi situs tanah = Tanah lunak (SE)
- 4) Parameter percepatan gempa
 $S_s = 1,447 \text{ g}$
 $S_1 = 0,60 \text{ g}$
 Koefisien situs $F_a = 0,82 \text{ g}$
 Koefisien Situs $F_v = 2,0 \text{ g}$
- 5) Parameter Percepatan Spektral Desain
 $S_{DS} = 0,7921 \text{ g}$
 $S_{D1} = 0,80 \text{ g}$
- 6) Kategori desain seismik = D
- 7) Grafik respons spektrum

Grafik respons spektrum dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Respons Spektrum

4. Gaya Geser Dasar Seismik
Berdasarkan analisis dengan SAP2000, diperoleh output gaya geser dasar statik dan dinamik seperti pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik

Gaya Geser Dasar	FX (kN)	FY (kN)
Statik X	-5699.726	0
Statik Y	0	-5699.726
Dinamik X	4008.594	134.712
Dinamik Y	134.712	3130.081

Berdasarkan tabel 8, diperoleh kontrol gaya geser dinamik dan statik seperti pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Kontrol Gaya Geser Dinamik dan Statik

Gaya Dinamik Geser (V_D)	Statik (V_S)	Faktor Skala	Kontrol
Dasar (kN)	(kN)	V_S/V_D	$V_D > V_S$ 100%
Arah X 4008.59	5699.73	1.422	Tidak oke
Arah Y 3130.08	5699.73	1.821	Tidak oke

Kontrol gaya geser dasar dinamik dan statik tidak tercapai sehingga skala gaya gempa harus

diperbesar. Faktor skala arah X = $(I_e \times g)/R \times (V_x \text{ Statik}/V_x \text{ dinamik}) = (1,5 \times 9,81)/8 \times (5699,73/4008,59) = 2,615$. Kemudian, faktor skala arah Y = $(I_e \times g)/R \times (V_y \text{ Statik} / V_y \text{ dinamik}) = (1,5 \times 9,81)/8 \times (5699,73/3130,08) = 3,349$.

Gaya geser dasar dinamik dan statik setelah skala gempa diperbesar dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Gaya Geser Dasar Dinamik dan Statik Setelah Skala Diperbesar

Gaya Geser Dasar	FX (kN)	FY (kN)
Statik X	-5699.726	0
Statik Y	0	-5699.726
Dinamik X	5700.094	191.557
Dinamik Y	245.325	5700.186

5. Simpangan Antar Lantai
Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.12.1 tabel 20, syarat simpangan antar lantai izin adalah $\Delta_a = 0,015h_{sx}$ karena jenis bangunan termasuk kategori risiko IV dan tidak mempunyai dinding geser. Kemudian, berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.12.1.1 struktur bangunan yang memiliki kategori desain seismik D, maka simpangan antar lantai desain tidak boleh lebih dari nilai Δ_a/ρ , dimana ρ adalah faktor redundansi, yaitu 1,3. Kontrol simpangan antar lantai untuk arah X dan arah Y masing-masing dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12 berikut:

Tabel 11. Kontrol Simpangan Lantai Arah X

Lantai	H_{sx} (mm)	δ_x (mm)	Δ_x (mm)	Δ_a (izin) (mm)	Keterangan ($\Delta_x < \Delta_a/\rho$)
5	2350	52.3	7.53	35.250	oke
4	3750	50.247	24.01	43.269	oke
3	4000	43.698	43.04	46.154	oke
2	4000	31.959	65.02	46.154	Tidak oke
1	4000	14.225	52.16	46.154	Tidak oke

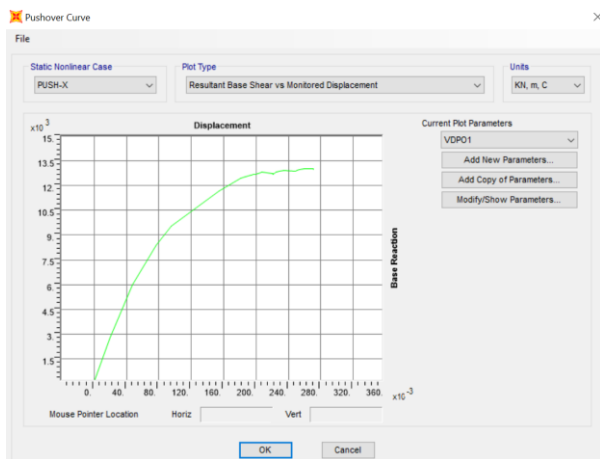
Tabel 12. Kontrol Simpangan Lantai Arah Y

Lantai	H_{sx} (mm)	δ_y (mm)	Δ_y (mm)	Δ_a (izin) (mm)	Keterangan ($\Delta_y < \Delta_a/\rho$)
5	2350	89.286	10.61	27.1154	oke
4	3750	86.391	40.15	43.2692	oke

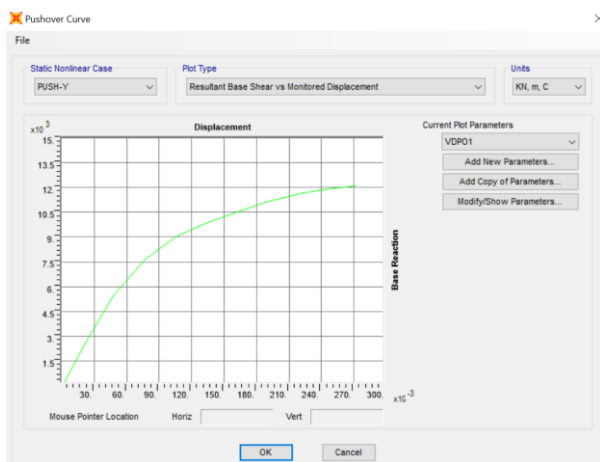
3	4000	75.441	79.39	46.1538	Tidak oke
2	4000	53.79	108.69	46.1538	Tidak oke
1	4000	24.147	88.54	46.1538	Tidak oke

6. Analisis *Pushover*

Dengan menggunakan analisis *pushover*, dapat diperoleh kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan simpangan atap (*roof displacement*) dengan gaya geser dasar (*base shear*). Analisis dilakukan dengan menggunakan *displacement control* 1,5% dari tinggi total bangunan. Kurva kapasitas arah X dan arah Y dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4. Selanjutnya, untuk tabel perpindahan dan gaya geser untuk arah X dan arah Y dapat dilihat pada tabel 13 dan tabel 14.



Gambar 3. Kurva Kapasitas Arah X



Gambar 4. Kurva Kapasitas Arah Y

Tabel 13. Perpindahan dan Gaya Geser yang Terjadi pada Arah X

Step	Displacement	BaseForce
Unitless	m	KN
0	-0.000625	0

1	0.019754	2786.193
2	0.047253	5960.408
3	0.0767	8374.705
4	0.095344	9539.063
5	0.12429	10633.359
6	0.153821	11671.144
7	0.180971	12420.074
8	0.18691	12525.421
9	0.193698	12619.26
10	0.194546	12640.217
11	0.196243	12666.083
12	0.199637	12695.333
13	0.202182	12746.934
14	0.205576	12786.055
15	0.206848	12805.589
16	0.220497	12715.799
17	0.220709	12706.005
18	0.224772	12820.781
19	0.228166	12872.102
20	0.234953	12919.153
21	0.248598	12882.286
22	0.249294	12870.495
23	0.250164	12909.815
24	0.252949	12960.369
25	0.259214	13003.015
26	0.270395	12999.38
27	0.270875	12984.716

Tabel 14. Perpindahan dan Gaya Geser yang Terjadi pada Arah Y

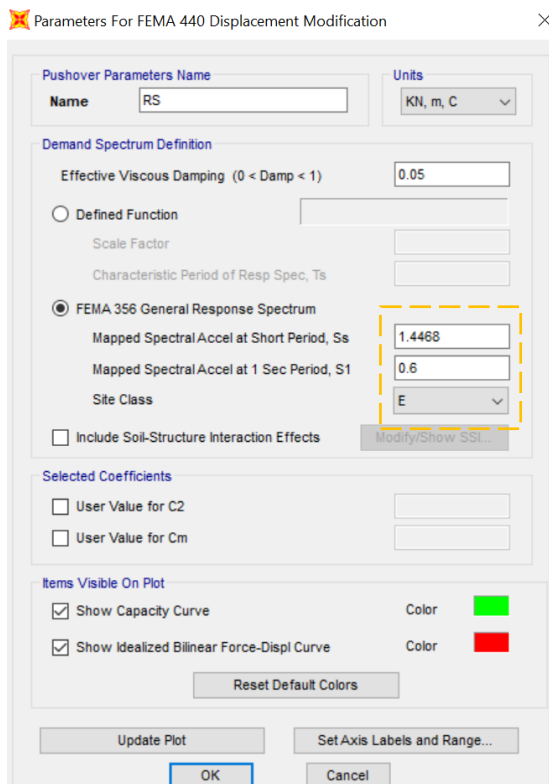
Step	Displacement	BaseForce
Unitless	m	KN
0	0.000648	0
1	0.020013	2344.203
2	0.047296	5388.015
3	0.076267	7636.401
4	0.105342	9027.046
5	0.133222	9840.923
6	0.161879	10534.372
7	0.189564	11121.533
8	0.22265	11662.07
9	0.250648	11973.657
10	0.261396	12018.995
11	0.270195	12115.422

Berdasarkan kurva kapasitas arah X, analisis *pushover* arah X berhenti pada langkah 27 dengan nilai perpindahan (*displacement*) dan gaya geser (*base shear*) yang terjadi adalah 0,27088 m dan 12984,716 kN. Kemudian, berdasarkan kurva kapasitas arah Y, analisis *pushover* arah Y berhenti pada langkah 12 dengan nilai perpindahan (*displacement*) dan gaya geser (*base shear*) yang terjadi adalah 0,272148 m dan 12128,695 kN.

7. Target Perpindahan Berdasarkan Metode FEMA 440.

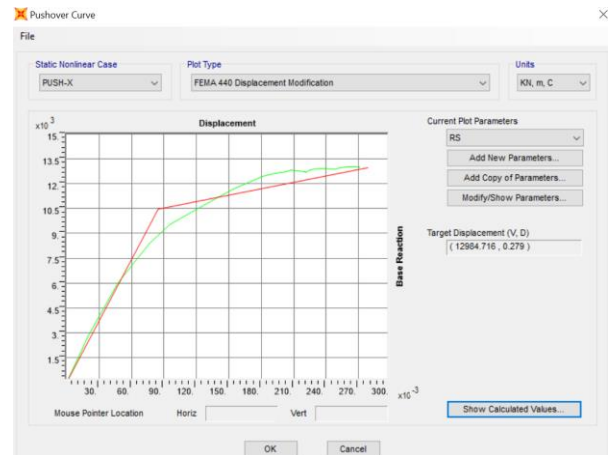
Dengan menggunakan metode FEMA 440, terlebih dahulu diubah parameter sesuai dengan yang digunakan pada respons spektrum, yaitu S_S , S_1 dan *site class* (kelas situs). Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek 0,2 detik (S_S) dan percepatan batuan pada periode 1 detik (S_1) masing-masing adalah 1,4468 dan 0,6. Kelas situs adalah tanah lunak (E).

Pada menu *modify show parameters*, diinput *site class*, S_S dan S_1 pada FEMA 356 *general response spectrum* seperti gambar 5 berikut:

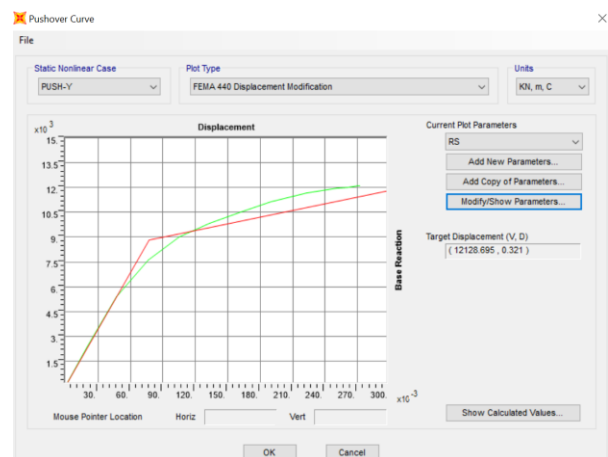


Gambar 5. Input Parameter FEMA 440

Kurva kapasitas hasil analisis *pushover* yang diperoleh berdasarkan FEMA 440 untuk arah X dan arah Y dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7 berikut:



Gambar 6. Kurva Kapasitas Arah X



Gambar 7. Kurva Kapasitas Arah Y

Parameter-parameter untuk menghitung target perpindahan (δ_t) dihitung otomatis melalui aplikasi SAP2000. Parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 15 berikut:

Tabel 15. Parameter Target Perpindahan (δ_t) FEMA 440

Parameter	Pushover Arah X	Pushover Arah Y
C0	1.1897	1.606
C1	1.0731	1.1106
C2	1	1
Sa	1.3021	1.3021
Te	0.8241	0.7487
Ti	0.7718	0.7387

Ki	141043.97	117132.5
Ke	123688.63	114006.49
Alpha	0.1054	0.1193
R	3.9809	4.7202
Vy	10454.471	8816.9689
Dy	0.0845	0.0773
Weight	31962.48	31962.48
Cm	1	1

- a. *Pushover* arah X
C3 = 1 (kurva kapasitas meningkat setelah leleh)

$$\begin{aligned}\delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \\ &= 1,1897 \times 1,0731 \times 1 \times 1 \times 1,3021 \\ &\quad \times \frac{0,8141^2}{4\pi^2} 9,81 \\ &= 0,2805 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Drift actual} &= \frac{\delta_t}{H_{\text{total}}} = \frac{0,2805}{18,1} \\ &= 0,0155 \text{ (1,55\%)}\end{aligned}$$

- b. *Pushover* Arah Y
C3 = 1 (kurva kapasitas meningkat setelah leleh)

$$\begin{aligned}\delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \\ &= 1,606 \times 1,1106 \times 1 \times 1 \times 1,3021 \\ &\quad \times \frac{0,7487^2}{4\pi^2} 9,81 \\ &= 0,3235 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Drift actual} &= \frac{\delta_t}{H_{\text{total}}} = \frac{0,3235}{18,1} \\ &= 0,0179 \text{ (1,79\%)}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan target perpindahan (δ_t) dan *drift actual*, diperoleh *drift actual* untuk arah X dan arah Y adalah 1,55% dan 1,79%. Berdasarkan FEMA 440, level kinerja struktur termasuk ke dalam *Life Safety* (LS). Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa ketika terjadi gempa bangunan mengalami kerusakan komponen struktur dan nonstruktur. Ketika akan digunakan kembali, bangunan perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh target perpindahan (δ_t) untuk arah X dan arah Y adalah 0,2805 m dan 0,3235 m serta *drift actual* untuk arah X dan arah Y adalah 1,55% dan 1,79%. Berdasarkan FEMA 440, level kinerja struktur

Gedung Fakultas Psikologi dan Kesehatan UNP termasuk ke dalam *Life Safety* (LS). Ketika terjadi gempa bangunan mengalami kerusakan komponen struktur dan nonstruktur bangunan. Ketika akan digunakan kembali, bangunan perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeswastoto, H., Djauhari, Z., & Suryanita, R. (2017). EVALUASI KERENTANAN BANGUNAN GEDUNG TERHADAP GEMPA BUMI BERDASARKAN ASCE 41-13. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 86 – 99. <https://doi.org/10.31849/siklus.v3i2.383>
- Artatia, H., & Hakim, F. R. (2015). *Pengelompokan Dampak Gempa Bumi dari Segi Kerusakan Fasilitas pada Provinsi yang Berpotensi Gempa di Indonesia Menggunakan K-Means-Clustering*. 742–748.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Baja Tulangan Beton (SNI 2052-2002)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727-2020)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- BPBD Kota Padang. (2019). *Mengenang Gempa 2009 di Kota Padang*. Diambil Pada Tanggal 17 Desember 2023 Dari. <https://bpbd.padang.go.id/konten/mengenang-gempa-2009-di-kota-padang>
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building*.
- FEMA 440. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*.
- Istiono, H., & Dzakwan, M. R. (2023). Evaluasi Perilaku dan Kinerja Struktur Gedung Pelayanan Medis Rumah Sakit RKZ

Surabaya Dengan SNI 1726:2019. *Rekayasa Sipil*, 17(3), 271–275.
<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.03.7>

Juarti, E. R., Marlailana, R. R. E., & Noorlaelasari, Y. (2015). Penentuan Indikator Kinerja Bangunan Gedung Pendidikan. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 4(2).
<https://doi.org/10.36055/jft.v4i2.1236>

Mamesah, H. Y., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2014). Analisis Pushover pada Bangunan dengan Soft First Story. *Jurnal Sipil Statik*, 2(4), 214–224.