

LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PARIWISATA UNIVERSITAS UDAYANA BERDASARKAN FEMA 356 DAN ATC-40

I Gede Gegiranang Wiryadi¹⁾, I Putu Agus Putra Wirawan^{2*)}, I Ketut Diartama Kubon
Tubuh³⁾ dan I Made Andika Candra⁴⁾

E-mail: gegiranangwiryadi@unmas.ac.id¹⁾, agusputrawirawan2020@unmas.ac.id²⁾,
diartamakubon@unmas.ac.id³⁾ dan andikacndr@yahoo.com⁴⁾

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil Universitas Mahasaraswati Denpasar

ABSTRAK

Desain berbasis kinerja adalah desain struktur yang menunjukkan tingkat kerusakan suatu struktur akibat beban gempa lateral. Tingkat kerusakan harus dinyatakan dengan tingkat kriteria atau *performance level*. Penelitian ini mengambil studi kasus Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana yang terletak di Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali. Menurut SNI 1726:2012, fungsi gedung ini sebagai fasilitas pendidikan termasuk dalam kategori risiko IV, yang berarti gedung ini memiliki risiko tinggi terhadap nyawa manusia saat terjadi gempa. Bangunan ini perlu dianalisis dalam keadaan non-linier dengan menggunakan metode analisis *static-pushover*, sehingga dapat ditentukan tingkat kinerjanya. Analisis kinerja dilakukan dengan mengikuti ketentuan ATC-40 dan FEMA 356 yang sudah tersedia dalam *software* SAP2000. *Performance point* dengan analisis *pushover* ditentukan menggunakan metode kapasitas spektrum ATC-40 dan menunjukkan nilai total *drift* maksimum 0,0056 m pada arah X dan 0,0049 m pada arah Y. Berdasarkan kriteria pada ATC-40, kinerja struktur gedung berada pada tingkat *Immediate Occupancy* (IO). Sedangkan berdasarkan metode koefisien perpindahan FEMA 356 didapatkan hasil target perpindahan pada arah X sebesar 0,125 m dan pada arah Y sebesar 0,098 m. Target perpindahan pada arah X dan Y kurang dari 1% dari tinggi bangunan, sehingga bangunan tersebut masuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).

Kata kunci: Analisis *Static-Pushover*, ATC-40, FEMA 356, Tingkat Kinerja

ABSTRACT

Performance-based design is a structural design that shows the level of damage to a structure due to lateral-earthquake loads. The level of damages is to be expressed by criteria level or performance level. This research takes a case study of the Tourism Faculty Building, Udayana University, located on Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali. According to SNI 1726:2012, the function of this building as an educational facility belongs to risk category IV, which means this building has a high risk of human life during an earthquake. This building needed to be analyzed in a non-linear state using the static-pushover analysis method, so that the level of performance can be determined. Performance analysis was carried out by following the provisions of ATC-40 and FEMA 356 that are already built in the SAP2000 software. The pushover analysis performance point is determined using the ATC-40 spectrum capacity method and shows the maximum total drift value is 0.0056 m in the X direction and 0.0049 m in the Y direction. Based on the criteria in ATC-40, the condition of the building structure is at the Immediate Occupancy (IO) level. . Meanwhile, based on the FEMA 356 displacement coefficient method, the results of the displacement target in the X direction are 0.125 m and in the Y direction are 0.098 m. The displacement target in the X and Y directions is less than 1% of the building height, so that means the building enters the Immediate Occupancy (IO) level.

Keywords: *Static-Pushover Analysis, ATC-40, FEMA 356, Performance Level*

1. PENDAHULUAN

Salah satu tren dalam perencanaan bangunan tahan gempa yaitu perencanaan berbasis kinerja (*performance-based design*). Konsep dari perencanaan ini merupakan kombinasi dari aspek tahanan dan aspek layan, dimana perencanaan ini memanfaatkan teknik analisa non-linier berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gempa, sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menggambarkan perilaku inelastis struktur adalah analisis *pushover*. Dasar dari analisis *pushover* yaitu memberikan pola beban statik tertentu pada struktur dalam arah lateral yang besar bebannya ditingkatkan secara bertahap sampai struktur tersebut mencapai target perpindahan tertentu atau pola keruntuhan tertentu. Hasil dari analisis *pushover* yaitu berupa level kinerja struktur. Berdasarkan FEMA 356, *performance level* dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan tingkat kerusakannya yaitu, *Operational*, *Immediate Occupancy (IO)*, *Life Safety (LS)* dan *Collapse Prevention (CP)*.

Penelitian terkait analisis *pushover* telah banyak dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja struktur bangunan yang telah didesain dan dikerjakan. Kurniati (2018) melakukan analisis tingkat kinerja bangunan gedung yang berfungsi sebagai *condotel* (Arwana *Condotel* Yogyakarta) yang mana tingkat kinerjanya menunjukkan pada level *Immediate Occupancy (IO)*. Sukrawa dkk. (2020) melakukan penelitian tentang terhadap struktur bangunan hotel bertingkat 3 dan 5 yang dianalisis dengan metode statik nonlinier *pushover* dan mendapatkan level kinerja strukturnya yaitu *operational level (B)*. Wibawa dkk. (2021) melakukan kajian kinerja pada gedung Rektorat dan Dekanat Unmas Denpasar yang didesain sebagai struktur rangka terbuka, dan hasil menunjukkan level kinerja struktur tersebut adalah pada tingkat *collapse prevention (CP)*. Selain analisis *static-nonlinear pushover* untuk menganalisis tingkat kinerja struktur, analisis juga dapat dilakukan dengan metode *time history* analisis dengan memasukkan rekaman beban gempa yang telah terjadi (Ketut Sudarsana *et al.*, 2021; Wiryadi *et al.*, 2021)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui level kinerja struktur Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana yang berlokasi di Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali. Gedung ini memiliki tinggi 21,70 m (sampai atap) dengan 4 tingkat yang selesai dibangun pada tahun 2018. Lantai 1 gedung ini terdiri dari beberapa ruang administrasi dengan total kapasitas sekitar 40 orang, lantai 2 dan 3 terdiri dari ruang kelas dan ruang sidang dengan total kapasitas sekitar 476 orang, adapun lantai 4 merupakan auditorium dengan total kapasitas sekitar 180 orang. Menurut Peraturan SNI 1726:2019 fungsi gedung ini diperuntukkan sebagai fasilitas pendidikan dengan kategori risiko IV yang artinya gedung ini memiliki risiko yang tinggi terhadap jiwa manusia ketika struktur mengalami kegagalan saat terjadinya gempa. Oleh karena itu gedung ini menarik untuk dianalisis kinerjanya menggunakan *pushover analysis*, sehingga dapat diketahui level kinerjanya.

2. KAJIAN PUSTAKA

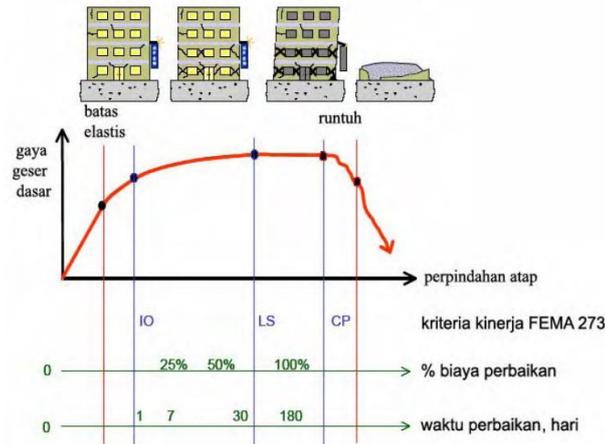
Desain berbasis kinerja merupakan suatu konsep perencanaan yang bisa digunakan untuk perencanaan bangunan baru ataupun perkuatan pada bangunan yang sudah ada, dengan memperhatikan risiko keselamatan, kesiapan pakai dan kerugian harta benda yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang (Putra, 2013). Adapun menurut ATC-40 (2009), desain berbasis kinerja adalah desain struktur yang memperlihatkan batas kinerja dari tingkat kerusakan sebuah struktur yang diakibatkan oleh beban lateral gempa MCE_R . Batasan ini dinyatakan dalam tingkat kriteria atau *performance level*.

2.1 Performance Level

Performance level adalah tingkat kerusakan yang dikategorikan berdasarkan kerusakan yang dialami oleh struktur. Berdasarkan FEMA 356 (2006), *performance level* dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan tingkat kerusakannya yaitu:

1. *Operational*, tak ada kerusakan berarti pada struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.
2. *Immediate Occupancy (IO)*, jika struktur tidak terdapat kerusakan yang berarti pada komponen struktural maupun non struktural. Tidak terjadi pergeseran permanen pada bangunan, sedikit retak serta semua sistem penting pada gedung dapat beroperasi dengan normal.
3. *Life Safety (LS)*, jika struktur masih mampu menahan beban gempa dengan sedikit kerusakan. Komponen non-struktural masih aman tetapi terjadi kerusakan pada beberapa utilitas.

Collapse Prevention (CP), jika struktur mengalami kerusakan tetapi belum runtuh. Terjadi perubahan kekakuan struktur. Kecelakaan akibat jatuhnya material sangat mungkin terjadi.



Gambar 1. Ilustrasi *performance level*
Sumber: Dewobroto, 2007

2.2 Analisis Pushover

Analisis *pushover* merupakan salah satu komponen dari desain berbasis kinerja yang menjadi sarana dalam mencari kapasitas dari suatu struktur ATC-40. Dasar dari analisis *pushover* sebenarnya sangat sederhana, yaitu memberikan pola beban statik tertentu dalam arah lateral yang ditingkatkan secara bertahap pada suatu struktur sampai struktur tersebut mencapai target *displacement* tertentu atau mencapai pola keruntuhan tertentu. Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui nilai-nilai gaya geser dasar untuk perpindahan lantai atap tertentu. Nilai-nilai yang didapatkan tersebut kemudian dipetakan menjadi suatu kurva kapasitas dari struktur. Selain itu, analisis *pushover* juga dapat memperlihatkan cara visual perilaku struktur pada saat kondisi elastis, plastis, dan sampai terjadinya keruntuhan pada elemen-elemen strukturnya.

2.3 Metode Spektrum Kapasitas ATC-40

Merupakan metode utama dari dokumen *Applied Technology Council* (ATC) 40. Metode ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan perencanaan struktur ataupun untuk mengevaluasi struktur yang telah terbangun. Kinerja bangunan berdasarkan metode spektrum kapasitas ditentukan dengan melihat batas deformasi. Batasan *drift* untuk berbagai kategori tingkat kinerja terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batasan rasio *drift* ATC-40.

Parameter	Performance Level			
	IO	Damage Control	LS	Structural Stability
Maksimum Total <i>Drift</i>	0,01	0,01 s.d 0,002	0,02	0,33 Vi/Pi
Maksimum Total Inelastik <i>Drift</i>	0,005	0,005 s.d 0,015	No Limit	No Limit

Sumber: ATC-40, 1996

2.4 Metode Koefisien Perpindahan FEMA 356

Merupakan metode utama dalam prosedur analisis *static* nonlinier. Perhitungan dilakukan dengan memodifikasi respons elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor koefisien C_0 , C_1 , C_2 dan C_3 sehingga diperoleh perpindahan global maksimum yang disebut target perpindahan (δ_T).

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (1)$$

dimana: T_e = waktu getar alami efektif;
 C_0 = koefisien faktor bentuk;
 C_1 = faktor modifikasi;
 T_s = waktu getar karakteristik;

$$R = (S_a / (V_y / W)) \cdot C_m$$

S_a = akselerasi respon spektrum;

V_y = gaya geser dasar pada saat leleh;

W = total beban;

C_m = faktor massa efektif;

C_2 = koefisien untuk memperhitungkan efek *pinching*;

C_3 = koefisien untuk memperhitungkan pembesaran;

α = rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan *elastic* efektif; dan

g = percepatan gravitasi.

2.5 Teknik Pemodelan Pushover

Karena yang dievaluasi adalah komponen maka jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu analisa *pushover* sepenuhnya harus dikerjakan oleh komputer (fasilitas *pushover* dan evaluasi kinerja yang terdapat secara *built-in* pada program SAP2000). Langkah-langkah pemodelan dan analisis mengacu pada literatur pemodelan yang dilakukan oleh Gunawan dkk. (2021). Tahapan utama dalam analisa *pushover* yaitu sebagai berikut:

1. Pembebanan Gravitasi
2. Pembebanan *Lateral Pushover*
3. Pendefinisian Sendi Plastis
4. Analisis Level Kinerja

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data berdasarkan hasil studi lapangan dengan observasi. Adapun data yang dikumpulkan antara lain gambar *as-built* struktur dan arsitektur dan pengukuran geometri di lapangan. Data tersebut digunakan sebagai acuan untuk melakukan pemodelan struktur dan input pembebanan. Sebelum melakukan analisis level kinerja, struktur juga dilakukan analisis terhadap perilaku linier akibat beban gempa berdasarkan SNI 1726-2019 (Candra dkk., 2021). Berikut adalah langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data sampai analisis *pushover*.

3.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder, data-data tersebut meliputi geometri struktur, data material dan elemen struktur yang digunakan dalam pemodelan:

1. Data Geometri Struktur
 - a. Panjang bangunan : 30 meter
 - b. Lebar bangunan : 18 meter
 - c. Tinggi bangunan : 21,70 meter
 - d. Jumlah lantai : 4 lantai
2. Data Material
 - a. Mutu beton : K-250
 - b. Mutu baja :
 - BJTP 24 untuk $\varnothing < 12\text{mm}$
 - BJTP 32 untuk $\varnothing > 12\text{mm}$
3. Elemen struktur yang digunakan

Tabel 2. Elemen struktur yang digunakan

Kolom	Balok	Pelat
K1 (50cm × 50cm)	B1 (30cm × 60cm)	Pelat lantai 2 (t = 12cm)
K2 (45cm × 45cm)	B1A (30cm × 50cm)	Pelat lantai 3 (t = 12cm)
K3 (40cm × 40cm)	B2 (25cm × 40cm)	Pelat lantai 4 (t = 12cm)
K4 (35cm × 35cm)	B3 (20cm × 35cm)	
K5 (2 × 20 / 40cm)	B4 (15cm × 25cm)	
K6 (30cm × 30cm)		

Sumber: PT. Kencana Adhi Karma, 2018

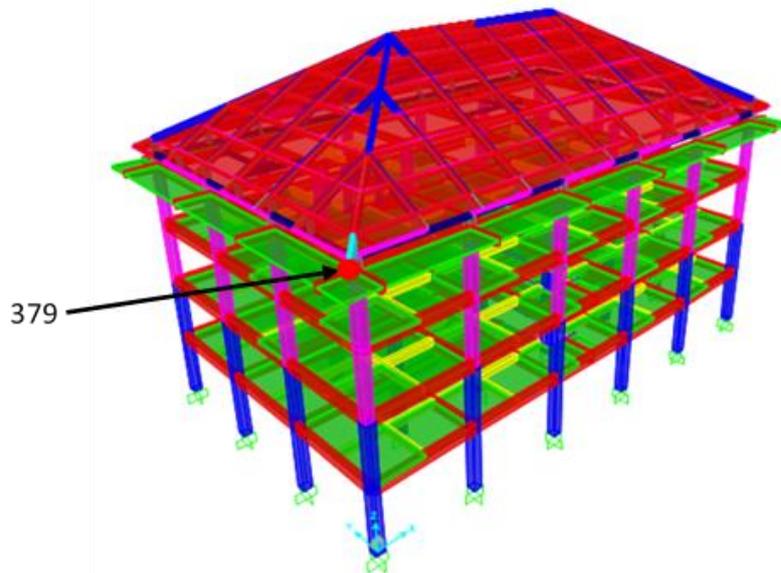
3.2 Pemodelan Struktur dengan SAP2000

Struktur gedung dimodelkan secara 3D pada program SAP2000 dengan langkah-langkah pemodelan sebagai berikut:

1. Menentukan geometri struktur
2. Mendefinisikan material
3. Mendefinisikan *element property*
4. Menggambar elemen struktur
5. Mengubah perletakan menjadi jepit
6. Pengerjaan beban pada struktur dan pendefinisian kombinasi beban

3.3 Analisis *Pushover*

Analisis *pushover* mengacu pada ATC-40 dan FEMA 356. Analisis *pushover* meliputi penetapan sendi plastis pada elemen balok dan kolom, pengaturan beban menjadi beban *non-linear* dan penetapan *displacement control* untuk masing-masing arah memanjang dan melintang. Titik acuan *displacement control* ditetapkan pada *joint 379* seperti pada Gambar 2. Hasil keluaran dari analisis *pushover* adalah kurva *pushover* yang berupa hubungan antara gaya geser dasar dengan perpindahan.



Gambar 2. Pemodelan 3D SAP2000

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kurva *Pushover*

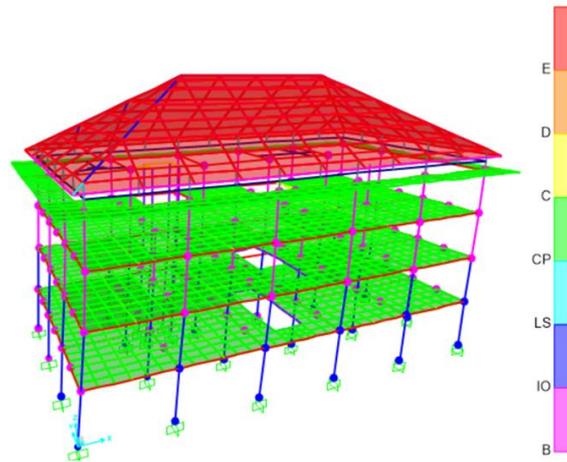
Kurva *pushover* adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya gempa dan perpindahan yang terjadi sampai struktur tersebut runtuh. Perpindahan yang ditinjau adalah perpindahan pada atap dan gaya geser dasar (*base shear*) seperti yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan kurva *pushover* dapat dilihat bahwa gaya lateral maksimum yang mampu ditahan oleh struktur untuk arah X adalah sebesar 11893,563 kN yang terjadi pada step ke-8 dengan *displacement* sebesar 0,213 m, kemudian terjadi penurunan pada step ke-9, setelah itu struktur langsung mendadak *collapse*. Untuk arah Y kurva *pushover* dapat dilihat bahwa gaya lateral maksimum yang mampu ditahan oleh struktur adalah sebesar 9447,804kN yang terjadi pada step ke-6 dengan *displacement* sebesar 0,147 m, setelah itu struktur langsung mendadak *collapse* seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Distribusi sendi plastis arah X

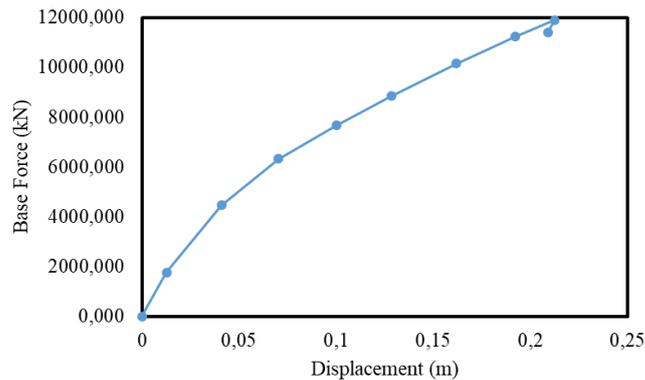
Step	Displacement m	BaseForce KN	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	Total
0	0,000015	0,000	623	1	0	0	0	0	0	0	624
1	0,012496	1759,610	620	4	0	0	0	0	0	0	624
2	0,040912	4459,401	495	129	0	0	0	0	0	0	624
3	0,070374	6321,212	422	202	0	0	0	0	0	0	624
4	0,100055	7667,153	399	224	1	0	0	0	0	0	624
5	0,128392	8842,581	371	232	21	0	0	0	0	0	624
6	0,162064	10147,726	346	231	47	0	0	0	0	0	624
7	0,192157	11230,244	306	242	76	0	0	0	0	0	624
8	0,212714	11893,563	295	244	81	3	0	1	0	0	624
9	0,209045	11408,178	295	244	81	3	0	1	0	0	624

Tabel 4. Distribusi sendi plastis arah Y

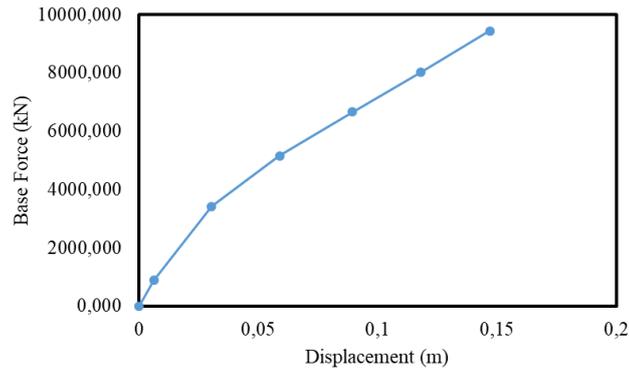
Step	Displacement m	BaseForce KN	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	Total
0	0,000107	0,000	623	1	0	0	0	0	0	0	624
1	0,006378	887,171	622	2	0	0	0	0	0	0	624
2	0,030435	3422,658	500	124	0	0	0	0	0	0	624
3	0,058933	5163,488	435	189	0	0	0	0	0	0	624
4	0,089498	6660,037	409	202	13	0	0	0	0	0	624
5	0,117982	8022,472	367	214	43	0	0	0	0	0	624
6	0,147017	9447,804	320	221	72	9	0	2	0	0	624



Gambar 3. Penyebaran sendi plastis



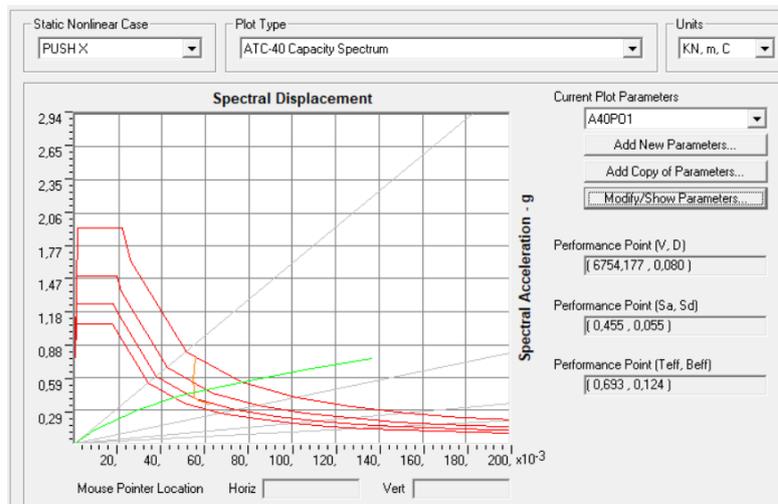
Gambar 4. Kurva pushover arah Y



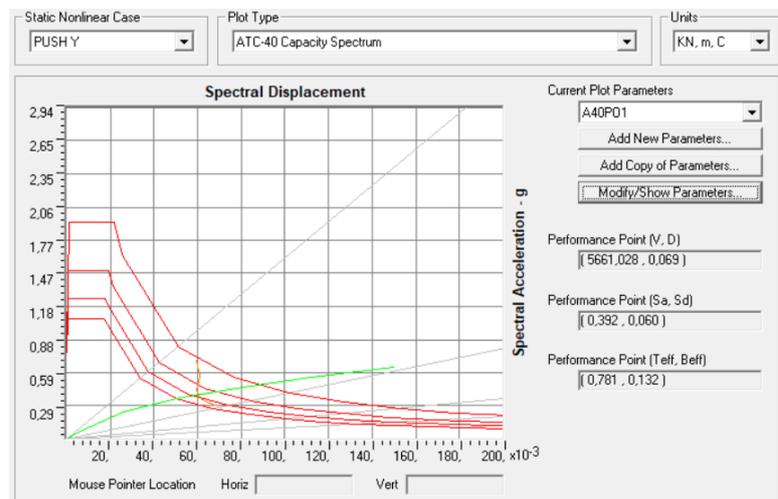
Gambar 5. Kurva pushover arah X

4.2 Metode Kapasitas Spektrum ATC-40

Berdasarkan pada kurva respon spektrum rencana dari peraturan gempa SNI 1726:2012 untuk wilayah gempa KDS D dengan kondisi tanah keras diperoleh nilai koefisien seismik $S_{DS} = C_a = 0,77$ dan $S_{D1} = C_v = 0,41$ titik kinerja dapat ditentukan dengan metode *capacity spectrum* ATC-40 yang sudah ada pada program SAP2000. Titik Kinerja berdasarkan metode *capacity spectrum* ATC-40 yang menunjukkan nilai target perpindahan dan gaya geser dasar saat mencapai target perpindahan dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Capacity spectrum ATC-40 arah X



Gambar 7. Capacity spectrum ATC-40 arah Y

Kinerja gedung Menurut ATC- 40:

1. Arah X

$$\text{Maksimum total Drift} = \frac{Dt}{H_{tot}} = \frac{0,080}{14,16} = 0,0056 \text{ m}$$

$$\text{Maksimal In-elastic Drift} = \frac{Dt-D1}{H_{tot}} = \frac{0,080-0,012}{14,16} = 0,00480 \text{ m}$$

2. Arah Y

$$\text{Maksimum total Drift} = \frac{Dt}{H_{tot}} = \frac{0,069}{14,16} = 0,0049 \text{ m}$$

$$\text{Maksimal In-elastic Drift} = \frac{Dt-D1}{H_{tot}} = \frac{0,069-0,006}{14,16} = 0,00445 \text{ m}$$

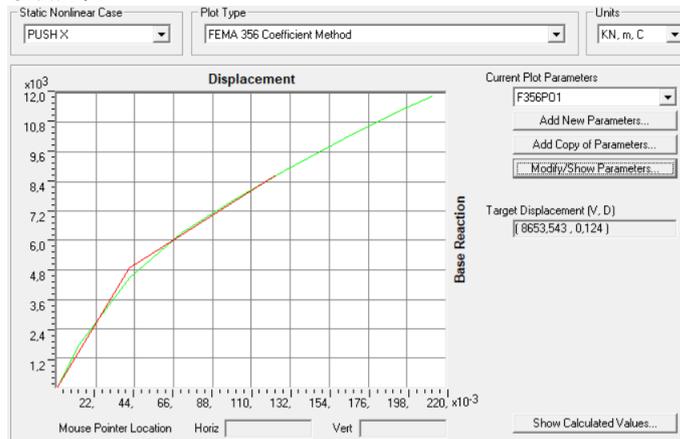
Tabel 5. Batasan rasio drift ATC-40 dan hasil hitungan

Parameter	Performance Level			
	Immediate Occupancy	Hasil (X)	Hitungan	Hasil (Y)
Maksimum Total Drift	0,01		0,0056	0,0049
Maksimum Total Inelastik Drift	0,005		0,00304	0,00445

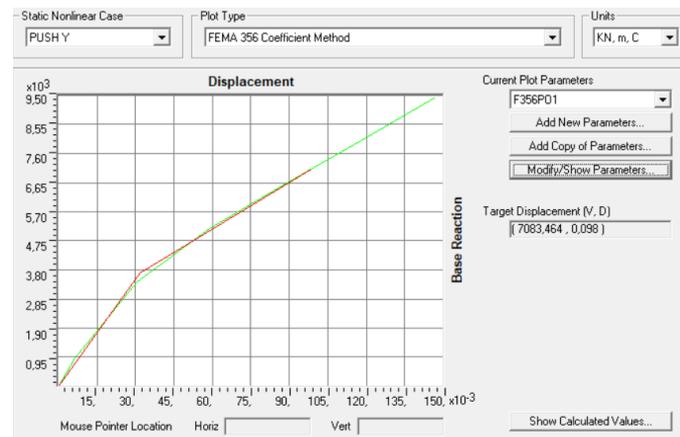
Maka kinerja gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana sesuai dengan hasil hitungan masuk pada level *Immediate Occupancy* (IO).

4.3 Metode Koefisien Perpindahan FEMA 356

Plot Type diubah menjadi FEMA 356, maka Kurva Koefisien Perpindahan FEMA 356 yang menunjukkan nilai target perpindahan dan gaya geser dasar saat mencapai target perpindahan dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Kurva koefisien perpindahan FEMA 356 arah X



Gambar 9. Kurva koefisien perpindahan FEMA 356 arah Y

Setelah didapatkan hasil dari SAP2000 dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui target perpindahan. Dalam metode koefisien perpindahan pada FEMA 356 dilakukan modifikasi respons elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor-faktor koefisien yang nantinya akan mendapatkan nilai perpindahan global maksimum. Adapun faktor-faktor Target Perpindahan yang diperlukan dalam perhitungan yaitu sebagai berikut:

Tabel 6. Faktor-faktor target perpindahan FEMA 356

Ket.	Arah	
	X	Y
Te	0,5925	0,6364
C0	1,5029	1,092
C1	1	1
Ts	0,53	0,53
C2	1	1
C3	1	1
Cm	1	1
Sa	0,9535	0,8878
g	9,81	9,81

Perhitungan target perpindahan FEMA 356:

1. Arah X

$$\begin{aligned} \delta_T &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \\ &= 1,5029 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,9535 \times \frac{0,5925^2}{4 \times 3,14^2} \times 9,81 \\ &= 0,125 \end{aligned}$$

2. Arah Y

$$\begin{aligned} \delta_T &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \\ &= 1,092 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8878 \times \frac{0,6364^2}{4 \times 3,14^2} \times 9,81 \\ &= 0,098 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diperoleh hasil target perpindahan pada arah X sebesar 0,125 m dan pada arah Y sebesar 0,098. Hasil target perpindahan pada arah X dan Y tersebut kurang dari 1% tinggi bangunan, maka gedung masuk pada level *Immediate Occupancy* (IO).

4.4 Rekapitulasi Hasil Analisis Pushover

Berdasarkan SNI-1726:2012 simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat ijin. Pada SNI 1726:2012 Pasal 7.12.1 mengatur pada struktur bangunan fasilitas pendidikan dengan kategori risiko IV simpangan ijin antar tingkat adalah 0.015H, jadi simpangan ijin pada Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana yaitu sebagai berikut: Simpangan ijin = 0,015 x H = 0.015 x 14,16 = 0,212 m.

Berikut merupakan rekapitulasi hasil target perpindahan dan gaya geser dasar berdasarkan analisis yang telah dilakukan:

Tabel 7. Faktor-faktor target perpindahan FEMA 356

Arah		ATC-40	FEMA 356	Batas Ijin
X	Target Perpindahan (m)	0,080	0,125	0,212
	Gaya geser dasar (kN)	6754,177	8653,543	-
Y	Target Perpindahan (m)	0,069	0,098	0,212
	Gaya geser dasar (kN)	5661,028	7083,464	-

Dapat dilihat pada Tabel 7 target perpindahan maksimum pada arah X adalah 0,125 dan untuk arah Y adalah 0,098. Serta nilai batas ijin perpindahan sesuai SNI 1726:2012 adalah 0,212 yang artinya nilai dari target perpindahan pada arah X dan arah Y tidak melebihi batas ijin struktur.

5. KESIMPULAN

Performance point dari analisis *static pushover* berdasarkan metode kapasitas spektrum ATC-40 diperoleh hasil nilai *maximum total drift* 0,0056 m pada arah X dan 0,0049 m pada arah Y. Berdasarkan kriteria pada ATC-40 kondisi struktur bangunan berada pada level kinerja *Immediately Occupancy* (IO). Sedangkan berdasarkan metode koefisien perpindahan FEMA 356 diperoleh hasil target perpindahan pada arah X sebesar 0,125 m dan pada arah Y sebesar 0,098 m. Hasil target perpindahan pada arah X dan Y tersebut kurang dari 1% tinggi bangunan, sehingga gedung masuk pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).

Berdasarkan hasil analisis dari metode kapasitas spektrum ATC-40 dan metode koefisien perpindahan FEMA 356, Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana masuk pada level *Immediate Occupancy* (IO) yakni aman terhadap beban gempa dan struktur gedung tidak mengalami kerusakan non struktural maupun struktural sehingga bangunan tetap dapat digunakan langsung setelah terjadi gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- ASCE. (2000). *Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*. Washington D.C.: Federal Emergency Management Agency. doi: 10.1061/9780784408841.
- ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit Of Concrete Building*. 1st edn. Redwood, California: Twin Dolphin Drive.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 Tata Cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Jakarta. Available at: www.bsn.go.id.
- Candra, I. M. A., Wibawa, I. M. S., Wiryadi, I. G. G. and Letra, I. M. (2021). Analisis Perilaku Struktur Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum', *Jurnal Ilmiah Teknik Unmas*, 1(2), pp. 24–29.
- Gunawan, I. P. A. S., Giatmajaya, I. W. and Wiryadi, I. G. G. (2021) Analisis Dan Pemodelan Struktur Gedung Rumah Sakit Pada Wilayah Gempa Tinggi, *Jurnal Ilmiah Teknik Unmas*, 1(1), pp. 7–13.
- Ketut Sudarsana, I., Wiryadi, I. G. G., Pringgana, G. and Sinaga, A. M. W. (2021) Analisis Pengaruh Kelangsingan Struktur terhadap Perilaku Dinamis Struktur Gedung Beton Bertulang, in *Konferensi Nasional Teknik Sipil 15*. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata, pp. 770–780. Available at: <https://konteks.web.id/series/> (Accessed: 8 February 2022).
- Kurniati, D. (2018). Kajian Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Awana Condotel Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(1).
- Putra, P. A. N., Sudarsana, I. K. and Budiwati, I. A. M. (2013). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 2 Tingkat Beton Bertulang Dengan Atap Baja Ringan Menggunakan Analisis Statik Pushover. Universitas Udayana.
- Sukrawa, M., Ayu, I., Budiwati, M., Bagus, I., Giri, D., Agus, I. P. and Wirawan, P. (2020). Studi Analitikal Perilaku Dan Kinerja Struktur Rangka Dinding Pengisi (RDP) Dengan Variasi Ketebalan Dinding', *Jurnal Spektran*, 8(2), pp. 139–148.
- Wibawa, I. M. S., Tubuh, I. K. D. K. and Prawira, P. P. L. A. (2021). Analisis Kinerja Struktur Gedung Dengan Analisis Pushover Pada Proyek Gedung Rektorat Universitas Mahasaraswati Denpasar. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*. 10(2), pp. 53–61.
- Wiryadi, I. G. G., Giatmajaya, I. W., Wirawan, I. P. A. P. and Trangipani, N. M. (2021). Analisis Riwayat Waktu Perilaku Struktur Gedung SMA Negeri 9 Denpasar'. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*. 10(2), pp. 43–52.