

Analisis Daktilitas Dan Tingkat Kinerja Struktur Rangka Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Analisis Pushover (Studi Kasus: Gedung Fakultas C UIN Mataram)

Irma Yanti Nur Illahi^{1*}, Prima Zola²

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

*Email : irmayantinurilahi@gmail.com

Abstrak

Nusa Tenggara Barat, khususnya Pulau Lombok, merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tingkat risiko kegempaan tinggi, sebagaimana ditunjukkan oleh rangkaian gempa bumi bermagnitudo besar pada tahun 2018 yang mengakibatkan kerusakan pada berbagai bangunan, termasuk gedung-gedung pendidikan. Kondisi ini mendorong perlunya evaluasi kinerja struktur bangunan eksisting terhadap beban gempa, khususnya dari aspek daktilitas dan tingkat kinerja struktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons struktur, menentukan rasio daktilitas, serta mengevaluasi tingkat kinerja Gedung Fakultas C UIN Mataram, sebuah gedung perkuliahan empat lantai, terhadap beban gempa. Analisis dilakukan menggunakan metode analisis pushover (*non-linear static analysis*) dengan bantuan perangkat lunak ETABS, mengacu pada ASCE 41-17/FEMA 356 dan SNI 1726:2019. Struktur dimodelkan berdasarkan data as-built drawing, kemudian dianalisis pada arah X dan arah Y untuk memperoleh kurva kapasitas, distribusi sendi plastis, nilai daktilitas perpindahan, serta level kinerja berdasarkan batasan drift ratio ATC-40/FEMA 356. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode getar fundamental struktur ($T = 1,087$ detik) berada di atas batas periode maksimum bangunan baru menurut SNI 1726:2019, meskipun kontrol gaya geser dasar dan simpangan antar lantai tahap elastis masih memenuhi syarat. Distribusi sendi plastis terbentuk lebih dahulu pada balok dibandingkan kolom (*strong column-weak beam*) sehingga tidak terindikasi mekanisme *soft-story*. Rasio daktilitas perpindahan diperoleh sebesar 1,86 pada arah X dan 2,38 pada arah Y, yang keduanya tergolong daktilitas parsial (terbatas). *Drift ratio* maksimum pada arah X sebesar 1,342% berada pada level kinerja *Life Safety* (LS), sedangkan pada arah Y sebesar 2,156% berada pada kondisi transisi *Life Safety-Collapse Prevention* (LS-CP), dengan Lantai 1 sebagai lantai paling kritis. Mengingat gedung tergolong Kategori Risiko IV, hasil ini menunjukkan bahwa kinerja struktur eksisting belum sepenuhnya memenuhi ekspektasi ideal, sehingga direkomendasikan kajian perkuatan (retrofit) khususnya pada kolom Lantai 1 arah Y.

Kata Kunci: Daktilitas Struktur; Tingkat Kinerja; Analisis Pushover; ETABS; Beban Gempa.

Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan ataupun hibah khusus dari lembaga pendanaan mana pun di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak termasuk keluarga besar, teman-teman, dan dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan masukan

selama proses penyusunan artikel ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Etika Publikasi

Penelitian ini tidak menggunakan subjek manusia maupun hewan, serta tidak melibatkan data pribadi atau intervensi terhadap individu sebagai subjek penelitian. Seluruh analisis didasarkan pada data teknis bangunan dan kajian ilmiah yang relevan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak memerlukan persetujuan etik (*ethical approval*) sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Penyataan AI

Struktur tata bahasa artikel ini diperbaiki dengan menggunakan *ChatGPT*, dan para penulis telah memeriksa kembali keakuratan dan kebenaran kalimat yang dihasilkan sesuai dengan topik dan data penelitian ini. Penggunaan bahasa dalam artikel ini telah diverifikasi dan divalidasi dan tidak ada kalimat yang dihasilkan oleh AI yang termasuk dalam artikel ini.

1. Pendahuluan

Letak geografis Indonesia yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik besar dunia, yakni Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, menjadikan hampir seluruh wilayah Indonesia tidak terlepas dari ancaman gempa bumi. Yang menjadi persoalan bukan semata frekuensi terjadinya gempa, melainkan sejauh mana bangunan-bangunan yang ada saat ini mampu bertahan ketika gempa besar benar-benar datang (Hartati et al., 2026).

Salah satu wilayah dengan tingkat aktivitas seismik tinggi adalah Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat, yaitu gempa yang mengguncang pulau tersebut secara beruntun dalam waktu yang relatif singkat pada tahun 2018. Kejadian tersebut bukan hanya meninggalkan kerusakan fisik, tetapi juga memunculkan pertanyaan serius mengenai kelayakan dan ketahanan bangunan-bangunan yang selama ini digunakan, terutama gedung-gedung pendidikan yang setiap harinya menampung banyak orang (Zubaidah et al., 2021). Dari sinilah urgensi untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan secara lebih serius mulai mendapat perhatian.

Salah satu aspek terpenting dalam perencanaan bangunan tahan gempa adalah daktilitas struktur. Bangunan yang daktil tidak akan langsung runtuh begitu mengalami pelelehan pada elemennya, melainkan masih mampu bertahan cukup lama untuk memberikan kesempatan bagi penghuninya menyelamatkan diri. Ketika beban gempa yang bekerja sudah melampaui batas elastis struktur, perilaku struktur berubah menjadi non-linear yaitu perilaku struktur yang masih dapat berdeformasi tanpa langsung patah, sehingga pendekatan non-linear menjadi keharusan dalam evaluasi struktur terhadap beban gempa besar.

Di sisi lain, mengetahui nilai daktilitas belum mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang keandalan sebuah bangunan sehingga diperlukan analisis lanjutan, salah satunya melalui metode pushover. Metode ini menghasilkan kurva kapasitas yang digunakan untuk menentukan rasio daktilitas dan tingkat kinerja struktur secara aktual. Selain itu, penerapan SNI 1726:2019 yang menggantikan SNI 1726:2012 mengakibatkan peningkatan beban gempa desain di berbagai wilayah Indonesia hingga 69%, sehingga evaluasi ulang

terhadap bangunan yang didesain dengan standar lama menjadi semakin mendesak (Febrianto et al., 2024).

Dalam konteks inilah, Gedung Fakultas C Universitas Islam Negeri (UIN) Mataram dipilih sebagai objek penelitian karena berada di wilayah rawan gempa dan digunakan sebagai fasilitas pendidikan dengan tingkat penggunaan yang tinggi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengangkat judul **Analisis Daktilitas dan Tingkat Kinerja Struktur Rangka Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Analisis Pushover (Studi Kasus: Gedung Fakultas C UIN Mataram)**. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai daktilitas dan tingkat kinerja struktur gedung menggunakan analisis pushover, sehingga hasilnya diharapkan tidak hanya bermanfaat bagi keamanan gedung tersebut, tetapi juga dapat menjadi acuan bagi evaluasi bangunan pendidikan lainnya di wilayah Nusa Tenggara Barat dan daerah rawan gempa lainnya di Indonesia.

2. Metode

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan analisis deskriptif yang menerapkan pendekatan studi kasus. Penelitian ini menggunakan teori dan metode analisis struktur untuk menilai situasi nyata dari gedung yang sudah ada. Unsur deskriptif muncul dari upaya untuk memaparkan perilaku serta karakteristik daktilitas struktur Gedung Fakultas C UIN Mataram, sedangkan aspek analitis terlihat pada penerapan perangkat lunak ETABS yang digunakan untuk menganalisis respons struktur terhadap beban gempa dengan cara yang lebih rinci.

Penelitian mengandalkan data numerik dan perhitungan matematis untuk menghasilkan parameter-parameter terukur seperti faktor daktilitas, drift ratio, gaya dalam, dan performance point struktur. Sebagai studi kasus, penelitian difokuskan pada satu objek spesifik sehingga hasil analisis berlaku khusus untuk gedung tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bersifat evaluatif karena bertujuan menilai kinerja struktur existing dengan membandingkan hasil analisis terhadap persyaratan standar yang berlaku (SNI 1726, SNI 2847, ATC-40) untuk menentukan tingkat keamanan dan kelayakan gedung terhadap beban gempa.

2.2 Data Penelitian

Bangunan gedung yang akan dijadikan objek penelitian Tugas Akhir ini adalah Gedung fakultas C UIN Mataram yang berfungsi sebagai gedung perkuliahan. Data umum bangunan tersebut yaitu:

Nama bangunan	: Gedung Fakultas C UIN Mataram
Lokasi	: Kampus pusat Jl. Gajah Mada No. 100, Pagesangan, Kec. Sekarbela, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat
Fungsi bangunan	: Gedung perkuliahan
Jumlah lantai	: 4
Struktur bangunan	: Beton bertulang
Sistem struktur	: SRPMK
Mutu beton	: $f_c' 25 \text{ MPa}$
Mutu baja	: 240 MPa
Tebal pelat	: 120 mm
Tulangan	: - D10 untuk tulangan sengkang - D16, D19, D22 untuk tulangan kolom - D19 untuk tulangan balok

Tabel 1. Dimensi Struktur Bangunan

Dimensi kolom			
Kolom lantai 1-2	Kolom lantai 2-3	Kolom lantai 3-4	Kolom lantai 4-atap
- K1 = 550 x 550 mm	- K1 = 550 x 550 mm	- K1 = 450 x 450 mm	- K1 = 450 x 450 mm
- K2 = 550 x 550 mm	- K2 = 550 x 550 mm	- K2 = 450 x 450 mm	- K3 = 400 x 400 mm
- K3 = 400 x 400 mm	- K3 = 400 x 400 mm	- K3 = 400 x 400 mm	- K4 = 500 x 300 mm
- K4 = 500 x 300 mm	- K4 = 500 x 300 mm	- K4 = 500 x 300 mm	- K5 = D 600 mm
- K5 = D 600 mm	- K5 = D 600 mm	- K5 = D 600 mm	
Dimensi balok induk			
Balok lantai 2	Balok lantai 3	Balok lantai 4	Balok atap
-B1 = 350 x 500 mm	-B1 = 350 x 500 mm	-B1 = 350 x 500 mm	B1 = 300 x 500 mm B2 = 300 x 500 mm B3 = 300 x 600 mm B4 = 300 x 500 mm B5 = 300 x 500 mm B6 = 300 x 500 mm B7 = 250 x 500 mm B8 = 300 x 500 mm B9 = 300 x 500 mm B10 = 300 x 500 mm B11 = 300 x 500 mm Ov1 = 300 x 500 mm Ov2 = 250 x 500 mm Ov3 = 300 x 500 mm Ov3' = 300 x 500 mm
-B2 = 350 x 500 mm	-B2 = 350 x 500 mm	-B2 = 350 x 500 mm	
-B3 = 350 x 500 mm	-B3 = 350 x 500 mm	-B3 = 350 x 500 mm	
-B4 = 300 x 500 mm	-B4 = 300 x 500 mm	-B4 = 300 x 500 mm	
-B5 = 400 x 500 mm	-B5 = 400 x 500 mm	-B5 = 400 x 500 mm	
-B6 = 400 x 500 mm	-B6 = 400 x 500 mm	-B6 = 400 x 500 mm	
-B7 = 400 x 500 mm	-B7 = 400 x 500 mm	-B7 = 400 x 500 mm	
-B8 = 400 x 500 mm	-B8 = 400 x 500 mm	-B8 = 400 x 500 mm	
-B9 = 400 x 500 mm	-B9 = 400 x 500 mm	-B9 = 400 x 500 mm	
-B10 = 400 x 500 mm	-B10 = 400 x 500 mm	-B10 = 400 x 500 mm	
-B11 = 250 x 500 mm	-B11 = 250 x 500 mm	-B11 = 250 x 500 mm	
-B11' = 250 x 500 mm	-B11' = 250 x 500 mm	-B12 = 350 x 600 mm	
-B12 = 350 x 600 mm	-B12 = 350 x 600 mm	-B13 = 250 x 500 mm	
-B13 = 250 x 500 mm	-B13 = 250 x 500 mm	-B14 = 400 x 600 mm	
-B14 = 400 x 600 mm	-B14 = 400 x 600 mm	-B15 = 350 x 400 mm	
-B15 = 350 x 400 mm	-B15 = 350 x 400 mm	-B16 = 350 x 600 mm	
-B16 = 350 x 600 mm	-B16 = 350 x 600 mm	-B17 = 400 x 600 mm	
-B17 = 400 x 600 mm	-B17 = 400 x 600 mm	-B18 = 400 x 400 mm	
-B18 = 400 x 400 mm	-B18 = 400 x 400 mm	-B19 = 400 x 600 mm	
-B19 = 400 x 600 mm	-B19 = 400 x 600 mm	-B20 = 350 x 500 mm	
-B20 = 350 x 500 mm	-B20 = 350 x 500 mm	-B21 = 300 x 600 mm	
-B21 = 300 x 600 mm	-B21 = 300 x 600 mm	-Ov1 = 350 x 500 mm	
-Ov1 = 350 x 500 mm	-Ov1 = 350 x 500 mm	-Ov2 = 250 x 500 mm	
-Ov2 = 250 x 500 mm	-Ov2 = 250 x 500 mm		
Dimensi balok anak			
Balok anak lantai 2	Balok anak lantai 3	Balok anak lantai 4	Balok anak atap
-S1 = 250 x 500 mm	-S1 = 250 x 500 mm	-S1 = 250 x 500 mm	S1 = 250 x 500 mm S2 = 250 x 500 mm S3 = 250 x 500 mm S4 = 250 x 500 mm S5 = 300 x 400 mm S6 = 250 x 500 mm
-S2 = 250 x 500 mm	-S2 = 250 x 500 mm	-S2 = 250 x 500 mm	
-S3 = 250 x 500 mm	-S3 = 250 x 500 mm	-S3 = 250 x 500 mm	
-S4 = 200 x 500 mm	-S4 = 200 x 500 mm	-S4 = 200 x 500 mm	
-S5 = 250 x 500 mm	-S5 = 250 x 500 mm	-S5 = 250 x 500 mm	
-S6 = 250 x 500 mm	-S6 = 250 x 500 mm	-S6 = 250 x 500 mm	
-S7 = 350 x 600 mm	-S7 = 350 x 600 mm	-S7 = 350 x 600 mm	
-S8 = 250 x 500 mm	-S8 = 250 x 500 mm	-S8 = 250 x 500 mm	
-S9 = 250 x 500 mm	-S9 = 250 x 500 mm	-S9 = 250 x 500 mm	

Tabel 2. Parameter Material Struktur

Parameter	Nilai	Satuan
Kuat tekan beton (f'_c)	25	MPa
Modulus elastisitas beton (E_c)	23.500	MPa
Tegangan leleh baja (f_y)	240	MPa
Tegangan ultimit baja (f_u)	370	MPa
Modulus elastisitas baja (E_s)	200.000	MPa
Berat jenis beton bertulang	24	kN/m^3

Data beban mati terdiri dari berat sendiri elemen struktur (*Dead Load*):

- Beban keramik setebal 1 cm : $0,24 \text{ kN/m}^2$
- Beban pasir setebal : $0,16 \text{ kN/m}^2$
- Beban spesi setebal 3 cm : $0,66 \text{ kN/m}^2$
- Beban plafond dan penggantung : $0,25 \text{ kN/m}^2$
- Berat instansitas ME : $0,25 \text{ kN/m}^2$

Data beban hidup (*Live Load*):

Tabel 3. Rekapitulasi Beban Hidup berdasarkan SNI 1727:2020

Ruangan/Fungsi	Beban Hidup (kN/m^2)
Ruang kelas/kuliah	1,92
Ruang dosen/kantor	2,40
Koridor lantai 1	4,79
Koridor lantai atas	3,83

2.3 Produk Akhir

Produk utama yang dihasilkan mencakup nilai faktor daktilitas berdasarkan standar yang berlaku, identifikasi elemen–elemen struktur kritis yang berpotensi mengalami kerusakan, serta pola mekanisme keruntuhan struktur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil Analisis Respon Spektrum

3.1.1.1 Periode getar fundamental struktur

Tabel 4. Hasil Analisis Modal

Mode	Periode T (detik)	Partisipasi Massa Arah X (%)	Partisipasi Massa Arah Y (%)
1	1,087	0,078	0,279
2	1,062	0,106	0,713
3	1,035	0,827	0,021
4	0,399	0,002	0,975
5	0,367	0,981	0,008
6	0,361	0,06	0,072
7	0,314	0	0,002

Mode	Periode T (detik)	Partisipasi Massa Arah X (%)	Partisipasi Massa Arah Y (%)
8	0,284	0,048	0,803
9	0,232	0,001	0,739
10	0,221	0	0,955
11	0,213	0,993	0
12	0,193	0,015	0,093
13	0,16	0,016	0,207
14	0,147	0,008	0,005
15	0,131	0	0,953
16	0,13	0,42	0,027
17	0,13	0,667	0,007
18	0,128	0,975	0,018
19	0,119	0,003	0,183
20	0,116	0,001	0,002

Dari tabel didapat nilai $T = 1,087$ detik.

Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk nilai C_t dan x tipe struktur rangka baja pemikul momen adalah $C_t = 0,0466$ dan $x = 0,9$.

$$\begin{aligned}
 T_a &= C_t \times h_n^x \\
 &= 0,0466 \times 15,6^{0,9} \\
 &= 0,55232
 \end{aligned}$$

Koefisien C_u untuk batas, dengan nilai $S_{D1} \geq 4$ adalah 1,4. Sehingga,

$$\begin{aligned}
 T_{max} &= C_u \times T_a \\
 &= 1,4 \times 0,55232 \\
 &= 0,7733
 \end{aligned}$$

$CEK > T = 1,087$ detik $> T_{max} = 0,7733$ detik, sehingga T TIDAK memenuhi batasan periode maksimum.

3.1.1.2 Gaya geser dasar (*base shear*)

Tabel 5. Kontrol gaya geser dasar

Parameter	Arah X	Arah Y
Base Shear Statik Ekuivalen, V_{static} (kN)	4070,5005	4070,501
Base Shear Respons Spektrum, VRS (kN)	3461,0981	3461,098
$85\% \times V_{static}$ (kN)	3459,9255	3459,925
$VRS \geq 85\% V_{static}$?	OKE	OKE

3.1.1.3 Kontrol *displacement* dan simpangan antar tingkat

Tabel 6. Kontrol Simpangan antar lantai arah X

Lantai	H	σ_{xe}	σ_x	Δ	$\Delta a/P$	Status
	mm	mm	mm	mm	mm	
4	3900	66,047	242,1723	55,35567	97,5	OKE
3	3900	50,95	186,8167	68,70233	97,5	OKE
2	3900	32,213	118,1143	72,82367	97,5	OKE

1	3900	12,352	45,29067	45,29067	97,5	OKE
---	------	--------	----------	----------	------	-----

Tabel 7. Kontrol Simpangan antar lantai arah Y

Lantai	H	σ_{xe}	σ_x	Δ	$\Delta\alpha/P$	Status
	mm	mm	mm	mm	mm	
4	3900	69,194	253,7113	57,09733	97,5	OKE
3	3900	53,622	196,614	73,447	97,5	OKE
2	3900	33,591	123,167	75,80833	97,5	OKE
1	3900	12,916	47,35867	47,35867	97,5	OKE

Hasil kontrol menunjukkan bahwa simpangan antar lantai arah X dan arah Y pada seluruh lantai memenuhi syarat batas izin sesuai persyaratan simpangan antar lantai sesuai SNI 1726:2019.

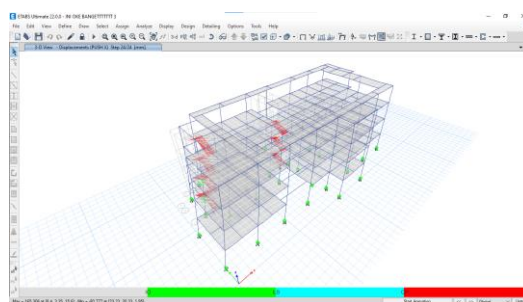
3.1.2 Hasil Analisis *Pushover*

Story	Frame/Wall	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Hinge	Hinge State	Hinge Status	Generated Hinge
Story1	B13	60	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B13H3
Story1	C13	343	PUSH X	NonStatic	Max	Auto P4B2-4B3	B to C	A to D	C13H6
Story1	C19	343	PUSH X	NonStatic	Max	Auto P4B2-4B3	B to C	A to D	C19H5
Story1	C19	343	PUSH X	NonStatic	Max	Auto P4B2-4B3	B to C	A to D	C19H6
Story2	B3	171	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B3H5
Story2	B4	172	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B4H5
Story2	B5	173	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B5H5
Story2	B6	174	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B6H5
Story2	B7	175	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B7H5
Story2	B12	169	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B12H5
Story2	B12	169	PUSH X	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B12H6

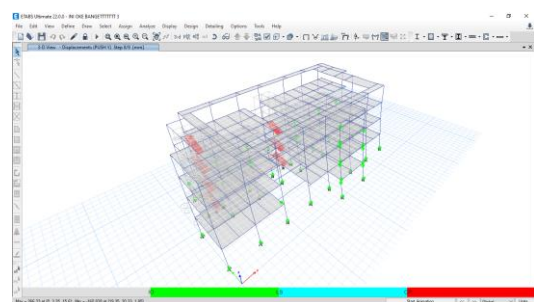
Gambar 1. Rekapitulasi *Hinge States* Hasil Analisis Pushover Arah X (*Output Case Push X*)

Story	Frame/Wall	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Hinge	Hinge State	Hinge Status	Generated Hinge
Story1	B13	110	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B13H3
Story1	B12	111	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B12H3
Story1	B12	111	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B12H4
Story1	B36	115	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B36H3
Story1	B36	115	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B36H4
Story1	B37	116	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B37H3
Story1	B37	116	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B37H4
Story1	B46	125	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B46H3
Story1	B56	134	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B56H3
Story1	B56	134	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B56H4
Story1	B57	135	PUSH Y	NonStatic	Max	Auto R3	B to C	A to D	B57H3

Gambar 2. Rekapitulasi *Hinge States* Hasil Analisis Pushover Arah Y (*Output Case Push Y*)

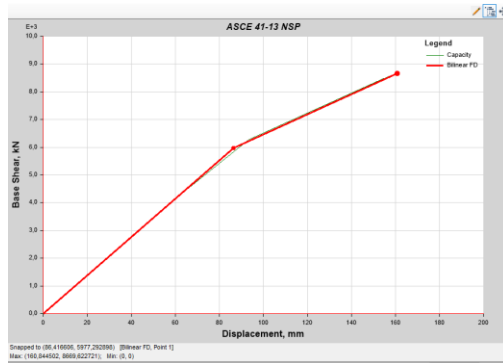


Gambar 3. Distribusi Sendi Plastis Arah X

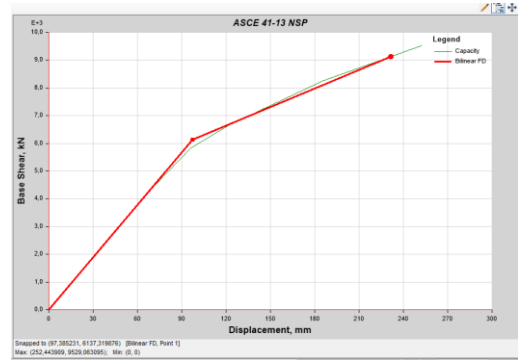


Gambar 4. Distribusi Sendi Plastis Arah Y

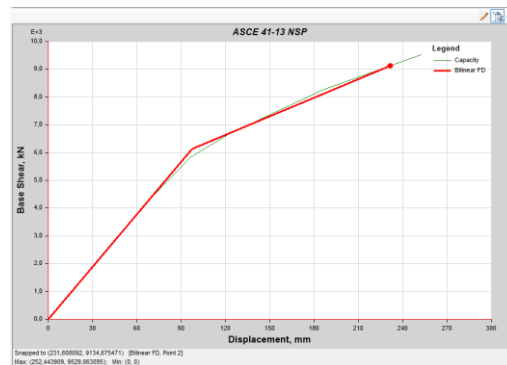
Berdasarkan hasil tersebut, Sendi plastis pertama kali terbentuk pada elemen balok di lantai yang lebih rendah, sesuai dengan mekanisme yang diharapkan dalam desain berbasis kapasitas (*capacity design*) di mana sendi plastis diprioritaskan terbentuk pada balok sebelum kolom (*strong column — weak beam mechanism*).



Gambar 5. Kurva Idealisasi Bilinear Hasil Pushover Arah X



Gambar 6. Titik leleh efektif pada kurva bilinear arah Y



Gambar 7. Titik ultimit pada kurva bilinear arah Y

Hasil bilinearisasi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Bilinearisasi

Arah	Delta y (mm)	Vy(kN)	Delta u (mm)	Vu (kN)
X	86,417	5977,3	160,84	8669,6
Y	97,385	6137,3	231,61	9134,7

Titik leleh (Δy , V_y) diperoleh dari titik kink kurva bilinear (*Bilinear Force-Displacement Curve*), sedangkan titik ultimit (Δu , V_u) merupakan target *displacement* hasil perhitungan *Coefficient Method* sesuai ASCE 41-13, yang secara langsung dibaca dari hasil Target *Displacement Result* pada ETABS. Berdasarkan hasil bilinearisasi, rekapitulasi daktilitas struktur disajikan pada tabel.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daktilitas Struktur

Arah	Delta y (mm)	Delta u (mm)	Mu delta	Kategori daktilitas
X	86,417	160,845	1,86	Daktilitas parsial
Y	97,385	231,608	2,38	Daktilitas parsial

Nilai daktilitas arah Y sedikit lebih tinggi dibandingkan arah X, yang mengidentifikasi kapasitas deformasi inelastis arah Y sedikit lebih besar sebelum mencapai kondisi target.

Hasil *drift ratio* pada target *displacement* disajikan pada table berikut.

Tabel 10. *Drift Ratio* pada Target *Displacement* Arah X ($\Delta u = 160,845$ mm)

Lantai	Drift ratio	Dalam %
1	0,013422	1,342%
2	0,013384	1,338%
3	0,010024	1,002%
4	0,005988	0,599%

Tabel 11. *Drift Ratio* pada Target *Displacement* Arah Y ($\Delta u = 231,608$ mm)

Lantai	Drift ratio	Dalam %
1	0,021562	2,156%
2	0,020984	2,098%
3	0,015896	1,590%
4	0,010317	1,032%

Tabel 12. Evaluasi Tingkat Kinerja Struktur Berdasarkan *Drift Ratio* Maksimum

Arah	Drift maks (%)	Lokasi	Batas IO (1%)	Batas LS (2%)	Batas CP (4%)	Level kinerja
X	1,342 %	Lantai 1	Terlampau	Belum	Belum	Life safety (LS)
Y	2,156%	Lantai 1	Terlampau	Terlampau	Belum	Antara LS – CP

Berdasarkan tabel 12, *drift ratio* maksimum arah X sebesar 1,342% terjadi pada lantai 1m berada diantara batas *Immediate Occupancy* (1%) dan *Life Safety* (2%), sehingga struktur pada arah X dikategorikan berada pada level kinerja *Life safety* (LS). Pada arah Y, *drift ratio* maksimum sebesar 2,156% juga terjadi pada Lantai 1, telah melampaui batas *Life Safety* (2%) namun masih berada di bawah batas *Collapse Prevention* (4%), sehingga tingkat kinerja arah Y berada pada kondisi transisi antara *Life Safety* menuju *Collapse Prevention*.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Respon struktur terhadap beban gempa

Hasil analisis modal menunjukkan periode fundamental struktur (T) sebesar 1,087 detik pada arah X, yang berada diatas batas periode maksimum bangunan baru ($T_{max} = C_u \times T_a = 0,7733$ detik) menurut SNI 1726:2019, yang mengidentifikasikan bahwa Gedung Fakultas C UIN Mataram memiliki kekakuan

lateral yang relatif lebih rendah dibandingkan asumsi desain bangunan baru sejenis.

Pada representasi data kurva kapasitas arah X, terlihat bahwa jumlah hinge pada status A-IO berkurang secara konsisten seiring bertambahnya jumlah hinge pada status IO-LS, sementara tidak ditemukan hinge yang melewati batas Life Safety (LS-CP maupun >CP) hingga step terakhir yang ditinjau. Hal ini menunjukkan bahwa hierarki keruntuhan struktur berjalan sesuai kaidah desain tahan gempa yang baik, yaitu balok mengalami leleh lebih dahulu sebagai elemen pengorbanan (sacrificial element) untuk melindungi kolom sebagai elemen penyangga utama beban gravitasi dan lateral, sehingga potensi terjadinya mekanisme soft-story pada struktur ini relatif kecil.

3.2.2 Evaluasi daktilitas

Berdasarkan hasil bilinearisasi dari evaluasi daktilitas struktur, rasio daktilitas perpindahan ($\mu\Delta = \delta u / \delta y$) diperoleh sebesar 1,86 untuk arah X dan 2,38 untuk arah Y. Kedua nilai ini berada pada rentang $1,5 \leq \mu\Delta < 5$, sehingga menurut kriteria klasifikasi daktilitas struktur, Gedung Fakultas C UIN Mataram dikategorikan memiliki tingkat daktilitas parsial (terbatas) pada kedua arah pembebanan.

Perbandingan antara kedua arah menunjukkan bahwa arah Y memiliki nilai daktilitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan arah X. Meskipun demikian, karena kedua arah tetap berada pada kategori daktilitas parsial, maka secara keseluruhan struktur belum dapat diandalkan untuk berperilaku sepenuhnya daktil apabila terjadi gempa dengan intensitas mendekati atau melebihi gempa rencana, sehingga evaluasi lebih lanjut terhadap kebutuhan perkuatan (retrofit) struktur perlu dipertimbangkan, khususnya pada arah X yang menunjukkan nilai daktilitas lebih rendah.

3.2.3 Evaluasi tingkat kinerja

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada arah X, drift ratio maksimum terjadi pada Lantai 1 sebesar 1,342%, yang berada di antara batas IO dan LS, sehingga tingkat kinerja struktur pada arah X dikategorikan berada pada level *Life Safety* (LS).

Mengingat Gedung Fakultas C UIN Mataram termasuk dalam Kategori Risiko IV sebagai bangunan pendidikan yang idealnya tetap dapat berfungsi pascagempa, hasil evaluasi yang menunjukkan tingkat kinerja *Life Safety* pada arah X dan kondisi transisi *Life Safety-Collapse Prevention* pada arah Y mengindikasikan bahwa performa struktur eksisting belum sepenuhnya memenuhi ekspektasi kinerja ideal untuk kategori risiko tersebut, yang semestinya mendekati atau mencapai *level Immediate Occupancy*.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pushover dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab IV terhadap Gedung Fakultas C UIN Mataram, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Respon struktur terhadap beban gempa menunjukkan bahwa periode getar fundamental hasil analisis modal ($T=1,087$ detik) berada diatas batas periode maksimum bangunan baru menurut SNI 1726:2019.
- Evaluasi daktilitas menghasilkan rasio daktilitas perpindahan sebesar 1,86 untuk arah X dan 2,38 untuk arah Y, sehingga struktur dikategorikan memiliki tingkat daktilitas parsial

- (terbatas) pada kedua arah pembebanan, belum mencapai kategori daktilitas penuh yang diasumsikan pada desain sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan $R = 8$.
- c. Mengingat gedung ini termasuk Kategori Risiko IV yang idealnya mencapai level kinerja mendekati Immediate Occupancy (IO), hasil evaluasi menunjukkan bahwa performa struktur eksisting belum sepenuhnya memenuhi ekspektasi kinerja ideal untuk kategori risiko tersebut, dengan arah Y sebagai arah yang lebih kritis dibandingkan arah X.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Badan Standarisasi Indonesia. (2020). Sni 1727:2020. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Febrianto, A., Erizal, & Putra, H. (2024). Analisis Seismik Struktur Bangunan Menggunakan ASCE 41-17 dan SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 9(2), 211–220. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.211-220>
- Hartati, Effendie, A. R., Susyanto, N., & Suryanto, W. (2026). Probabilistic Earthquake Hazard Assessment in Indonesia Using Poisson Model and Spatial Grid Analysis. *Science and Technology Indonesia*, 11(1), 207–216. <https://doi.org/10.26554/sti.2026.11.1.207-216>
- SNI 1726:2019. (2019). Earthquake Resistance Design Procedures for House and Building (in Indonesian) SNI 03–1726-2019. Jakarta: National Standardization Agency of Indonesia. *1726:2019*, 7798393(April), 69.
- Zubaidah, T., Rosmaliati, R., Ramadhani, C., Ratnasari, D., Yadnya, M. S., Kanata, B., Paniran, P., Zainuddin, A., & Priyatna, K. D. (2021). Investigasi Tingkat Kerawanan Gedung Dalam Rangka Implementasi Mitigasi Gempa Bumi di Fakultas Teknik Universitas Mataram. *Jurnal Gema Ngabdi*, 3(3), 201–206. <https://doi.org/10.29303/jgn.v3i3.160>