



Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Gedung Rumah Sakit Ibu dan Anak Permata Hati Mataram Menggunakan Metode *Pushover* dan Respon Spektrum Berdasarkan ATC-40

Imayatul Rilita Anggraini¹, Lalu Ibrohim Burhan², Ikroman Alhamzani³

¹Teknik Sipil, Universitas Gunung Rinjani, Indonesia

² Teknik Sipil, Universitas Gunung Rinjani, Indonesia

³ Teknik Sipil, Universitas Gunung Rinjani, Indonesia

¹*Email: imayatulrilita21@gmail.com

Info Artikel

Keywords:

kinerja seismik, respon spektrum, pushover, ATC-40, RSIA Permata Hati Mataram

Abstrak

Indonesia merupakan wilayah dengan aktivitas seismik tinggi karena berada di pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Pulau Lombok termasuk daerah dengan tingkat kerawanan gempa yang signifikan, sehingga diperlukan evaluasi kinerja seismik terhadap bangunan penting, salah satunya Rumah Sakit Ibu dan Anak (RSIA) Permata Hati Mataram. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja seismik struktur bangunan pengembangan RSIA Permata Hati Mataram menggunakan dua pendekatan analisis, yaitu metode Respon Spektrum (analisis dinamik linier) dan metode *Pushover* (analisis statik nonlinier) berdasarkan pedoman ATC-40. Pemodelan struktur dilakukan dengan perangkat lunak SAP2000 v22 dengan mengacu pada SNI 1726:2019 untuk parameter beban gempa. Evaluasi dilakukan terhadap gaya geser dasar, simpangan maksimum, *drift ratio*, serta distribusi sendi plastis. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur berperilaku elastis pada analisis Respon Spektrum dengan tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO) dan mengalami perilaku nonlinier pada analisis *Pushover*, dengan tingkat kinerja *Immediate Occupancy* hingga *Damage Control* (IO-DC). Perbedaan perilaku tersebut menegaskan kontribusi utama penelitian ini, yaitu menunjukkan bagaimana kapasitas struktur rumah sakit kategori risiko IV mampu dipetakan melalui perbandingan dua metode evaluasi kinerja. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa struktur Gedung Pengembangan RSIA Permata Hati Mataram masih memenuhi kriteria kinerja seismik berdasarkan ATC-40 dan aman terhadap beban gempa rencana.

Abstract

Keywords:

seismic performance, response spectrum, pushover analysis, ATC-40, RSIA Permata Hati Mataram

Indonesia is a region with high seismic activity due to the convergence of three active tectonic plates: the Indo-Australian, Eurasian, and Pacific plates. Lombok Island is classified as an area with significant earthquake hazard, making seismic performance evaluation essential for critical facilities, including the Permata Hati Maternity and Children's Hospital (RSIA) in Mataram. This study aims to assess the seismic performance of the structural development of RSIA Permata Hati Mataram using two analytical approaches: the Response Spectrum method (linear dynamic analysis) and the Pushover method (nonlinear static analysis) based on the ATC-40 guidelines. Structural modeling was conducted using SAP2000 v22, referring to SNI

1726:2019 for seismic load parameters. The evaluation focuses on base shear, maximum displacement, drift ratio, and plastic hinge distribution.

The analysis results indicate that the structure behaves elastically in the Response Spectrum analysis with an Immediate Occupancy (IO) performance level, while nonlinear behavior is observed in the Pushover analysis, achieving performance levels ranging from Immediate Occupancy to Damage Control (IO–DC). These differences highlight the main contribution of this study, demonstrating how the seismic capacity of a risk category IV hospital building can be mapped through a comparative evaluation using both methods. Overall, the findings indicate that the structural development of RSIA Permata Hati Mataram meets the seismic performance criteria based on ATC-40 and remains safe under the design earthquake.

<https://doi.org/10.63982/10.63982/dinamika.cjemwt28>

Received 25 Oktober 2025; Received in revised form 31 Desember 2025; Accepted 18 Januari 2026
Available online 25 Februari 2026

Pendahuluan

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kondisi tektonik ini menyebabkan frekuensi gempa bumi di Indonesia relatif tinggi dan berpotensi menimbulkan kerusakan signifikan pada bangunan (Banjarnahor, 2024). Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mencatat sebanyak 10.789 kejadian gempa bumi sepanjang tahun 2023, dengan 219 kejadian di antaranya tergolong signifikan dan berpotensi merusak struktur bangunan (Larasati, 2024).

Pulau Lombok merupakan salah satu wilayah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi. Peristiwa gempa bumi berkekuatan 7,0 SR yang terjadi pada 5 Agustus 2018 akibat aktivitas Sesar Naik Flores menyebabkan kerusakan bangunan yang luas serta menimbulkan korban jiwa (Tempo, 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa bangunan di wilayah Lombok harus dirancang dan dievaluasi secara cermat terhadap pengaruh beban gempa, khususnya bangunan dengan fungsi vital.

Rumah Sakit Ibu dan Anak (RSIA) Permata Hati Mataram merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang berfungsi sebagai Rumah Sakit bersalin. Berdasarkan SNI 1726:2019 rumah sakit diklasifikasikan sebagai bangunan Kategori Risiko IV yang dituntut untuk tetap beroperasi setelah terjadinya gempa bumi. Oleh karena itu, evaluasi kinerja seismik terhadap Gedung Pengembangan RSIA Permata Hati Mataram menjadi sangat penting untuk memastikan keandalan struktur dalam menahan beban gempa rencana serta menjamin keselamatan pengguna bangunan.

Perkembangan konsep *Performance-Based Earthquake Engineering* (PBEE) mendorong evaluasi kinerja struktur tidak hanya berdasarkan kekuatan, tetapi juga berdasarkan tingkat kinerja dan kerusakan yang dapat diterima (Siswanto & Prijasambada, 2022). Dalam pendekatan ini, analisis Respon Spektrum digunakan untuk mengevaluasi respons dinamik linier struktur terhadap gempa, sedangkan analisis *Pushover* digunakan untuk menilai kapasitas nonlinier struktur serta mekanisme pembentukan sendi plastis hingga kondisi pasca-elastis (Muhaiminul Aziz et al., 2023; Talitha Zhafira et al., 2023).

Penelitian oleh Sastra Wibawa et al. (2021) mengevaluasi kinerja seismik Gedung Rektorat Universitas Mahasaraswati Denpasar menggunakan analisis pushover berdasarkan metode koefisien perpindahan FEMA

356, dengan hasil tingkat kinerja *Collapse Prevention* (CP) yang menunjukkan keterbatasan kapasitas struktur terhadap gempa kuat. Namun, kajian kinerja seismik pada bangunan rumah sakit kategori risiko IV, khususnya di wilayah dengan tingkat bahaya gempa tinggi seperti Pulau Lombok, masih terbatas dan umumnya belum membahas perbandingan kuantitatif antara respons linier dan nonlinier struktur. Oleh karena itu, penelitian ini mengevaluasi kinerja seismik bangunan rumah sakit menggunakan metode Respon Spektrum dan metode *Pushover* berdasarkan pedoman ATC-40 untuk memperoleh gambaran kinerja struktur yang lebih komprehensif.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini difokuskan pada evaluasi kinerja seismik Gedung Pengembangan RSIA Permata Hati Mataram menggunakan dua pendekatan analisis, yaitu metode Respon Spektrum (analisis dinamik linier) dan metode *Pushover* (analisis statik nonlinier) berdasarkan pedoman ATC-40. Tujuan utama penelitian ini adalah menentukan tingkat kinerja seismik struktur (*Immediate Occupancy hingga Damage Control*) serta membandingkan respons struktur yang dihasilkan oleh kedua metode analisis tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis sebagai bahan evaluasi dan validasi desain struktur bangunan rumah sakit kategori risiko IV di wilayah rawan gempa.

Metode Penelitian

1. Objek dan Data Struktur

Objek penelitian adalah Gedung Pengembangan Rumah Sakit Ibu dan Anak (RSIA) Permata Hati Mataram, yang diklasifikasikan sebagai bangunan Kategori Risiko IV berdasarkan SNI 1726:2019. Data struktur diperoleh dari gambar kerja (*shop drawing*) yang meliputi dimensi elemen struktur (balok, kolom, pelat), mutu material beton dan tulangan, serta konfigurasi sistem struktur. Beban mati dan beban hidup dihitung mengacu pada SNI 1727:2020, sedangkan perencanaan beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2019.

2. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v22 dalam model tiga dimensi. Elemen struktur dimodelkan sebagai berikut:

- Balok dan kolom dimodelkan sebagai elemen *frame*
- Pelat lantai dimodelkan sebagai elemen *shell*
- Fondasi dimodelkan sebagai tumpuan jepit (*fixed support*) yang merepresentasikan kondisi *boundary condition* pada dasar struktur.

Model struktur diasumsikan sebagai sistem rangka pemikul momen khusus dengan perilaku material elastis-plastis sesuai konsep PBEE.

3. Analisis Modal dan Partisipasi Massa

Analisis modal dilakukan untuk memperoleh periode alami struktur dan bentuk mode getar. Jumlah mode getar ditentukan hingga partisipasi massa kumulatif mencapai minimal 90% pada masing-masing arah utama (X dan Y) sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Parameter spektrum respons gempa diperoleh dari peta hazard gempa Indonesia dan dikonversi ke spektrum desain sesuai prosedur SNI 1726:2019.

4. Analisis Respon Spektrum

Analisis Respon Spektrum dilakukan untuk memperoleh gaya geser dasar, simpangan maksimum, dan simpangan antar lantai (*interstory drift*). Hasil *base shear* dari analisis dinamik linier kemudian divalidasi dengan perhitungan manual menggunakan persamaan:

$$V = C_s \times W$$

di mana C_s adalah koefisien respons seismik dan W adalah berat seismik total bangunan.

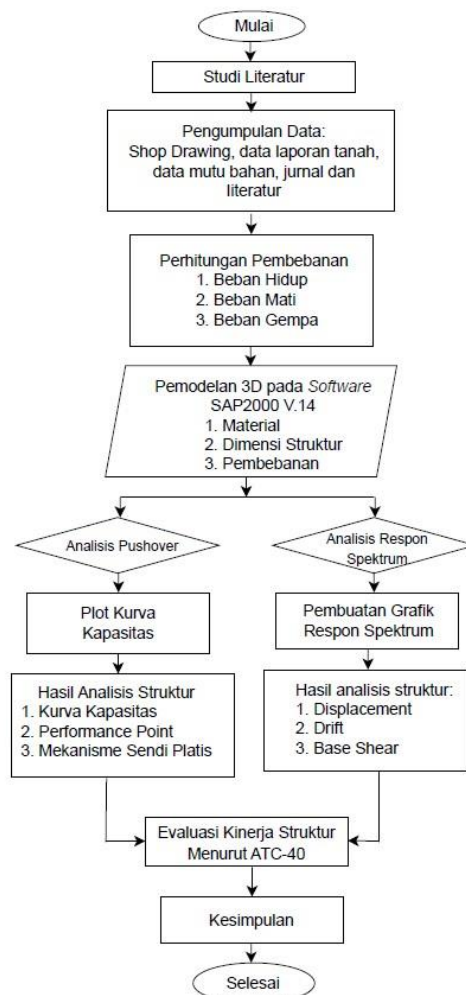
5. Analisis Pushover

Analisis statik nonlinier (*pushover*) dilakukan berdasarkan pedoman ATC-40 dengan pola beban lateral modal *pattern*, yang merepresentasikan distribusi gaya gempa berdasarkan bentuk ragam getar pertama struktur. Simpangan kontrol ditetapkan pada titik atap (*roof displacement control*) hingga tercapai kondisi keruntuhan numerik.

Sendi plastis dimodelkan pada elemen balok dan kolom sesuai kurva kapasitas elemen beton bertulang. Tingkat kinerja struktur ditentukan berdasarkan titik performa (*performance point*) pada kurva kapasitas dan respons spektrum.

6. Parameter Utama Analisis

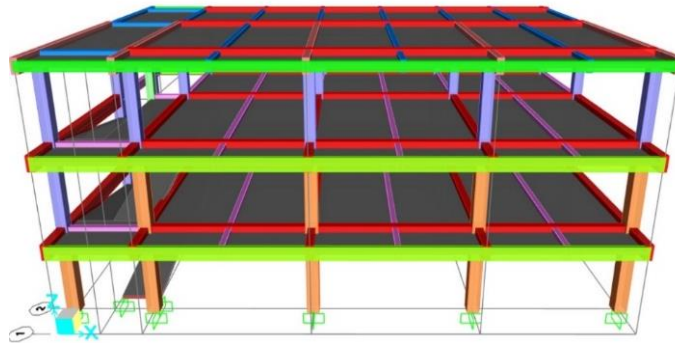
Evaluasi kinerja seismik dilakukan berdasarkan pedoman ATC-40 dengan mengklasifikasikan tingkat kinerja struktur ke dalam *Immediate Occupancy* (IO), *Life Safety* (LS), dan *Damage Control* (DC). Parameter evaluasi meliputi simpangan maksimum, *drift* antar lantai, pembentukan sendi plastis, serta posisi titik performa pada kurva kapasitas.



Gambar 1 Diagram Alir

Hasil dan Pembahasan

Pemodelan Struktur



Gambar 2 Permodelan Struktur 3D (SAP2000)

Sumber : Program Komputer

Pembebanan Struktur

1. Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang timbul akibat aktivitas pengguna maupun penghuni bangunan, yang tidak termasuk dalam kategori beban konstruksi maupun beban lingkungan seperti angin, gempa, banjir, atau beban mati (SNI 1727:2020). Beban hidup yang diterapkan pada pemodelan struktur gedung rumah sakit ini adalah sebagai berikut:

- a. Beban hidup pada pelat lantai (Live atau L)
 - Beban hidup ruang operasi (Laboratorium) : 2,87 kN/m²
 - Beban hidup ruang pasien : 1,92 kN/m²
- b. Beban hidup pelat tangga
 - Beban hidup tangga : 4,79 kN/m²
- c. Beban hidup pada pelat atap
 - Beban orang dan perlengkapan : 1,00 kN/m²

2. Beban Mati

Beban mati merupakan total berat dari seluruh elemen konstruksi bangunan yang bersifat permanen, meliputi dinding, lantai, atap, plafon, tangga, lapisan finishing, serta komponen arsitektural dan struktural lainnya. Adapun beban mati yang diperhitungkan dalam analisis ini meliputi:

- Berat sendiri kolom
- Berat sendiri balok induk, balok anak
- Berat pelat lantai

3. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan merupakan beban yang berasal dari elemen permanen non-struktural yang menambah berat keseluruhan bangunan. Pada struktur gedung rumah sakit ini, beban mati tambahan yang diperhitungkan antara lain sebagai berikut:

- Beban mati tambahan pada pelat lantai
 - Keramik (+screed/adukan semen) : 1,00 kN/m²
 - Berat plafond + penggantung : 0,18 kN/m²
 - *Raised Floor* (+carpet) : 0,20 kN/m²
 - Berat Instalasi ME : 0,20 kN/m²

Total : 1,58 kN /m²

- Beban Mati tambahan pada pelat atap
 - Berat waterproofing : 0,28 kN /m²
 - Berat plafond+pengg. : 0,18 kN /m²
 - Berat instalasi ME : 0,20 kN /m²

Total : 0,66 kN /m²
- Beban mati tambahan pada pelat tangga
 - Berat spesi : 0,60 kN /m²
 - Berat Keramik : 0,24 kN /m²

Total : 0,80 kN /m²
- Beban mati tambahan pada balok
 - Beban dinding lt. 2 dan 3 : 10,00 kN /m²

4. Beban Gempa

Parameter Percepatan Gempa

$$S_s = 1,0457$$

$$S_1 = 0,4070$$

$$F_a = 1,08172$$

$$F_v = 1,893$$

$$S_{MS} = 1,131155 g$$

$$S_{M1} = 0,770451 g$$

$$S_{DS} = 0,754103 g$$

$$S_{D1} = 0,513634 g$$

$$KDS = D$$

$$R \text{ (faktor reduksi gempa)} = 8$$

$$\text{Faktor kuat lebih, } \Omega = 3$$

$$\text{Faktor pembesaran defleksi, } C_d = 5,5$$

Kontrol Gaya Geser Dasar

$$C_s x = 0,1414$$

$$C_s y = 0,1577$$

Tabel 1 Nilai berat seismik hasil SAP2000

Kombinasi	FZ (kN)
COMB.2	14840

Perhitungan Gaya Geser

$$w = 14840$$

$$V_x = w \times C_s = 2098,3$$

$$V_y = w \times C_s = 2340,5$$

Tabel 2 Gaya geser dasar hasil SAP2000

Load case/ Kombinasi	GlobalFX (kN/m)	GlobalFY (kN/m)
EDx	1412,6	48,33
EDy	48,33	1071,9

$$0,85 V = 0,85 \times 2098,3 = 1783,5$$

untuk arah x

$$V_{xt} > 0,85 v$$

$$1412,6 < 1783,5$$

untuk arah y

$$V_{yt} > 0,85 v$$

$$1071,9 < 1783,5$$

Diperoleh nilai gaya geser pada arah X dan Y. Hasil awal menunjukkan bahwa nilai gaya geser dasar nominal akibat gempa rencana belum memenuhi ketentuan SNI 1726:2019, karena masih lebih kecil dari nilai target. Dengan demikian, agar sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1726:2019, nilai gaya geser dasar nominal akibat gempa rencana pada struktur gedung hasil analisis perlu dikalikan dengan faktor skala sebesar 0,85 V/Vt.

Arah X

$$0,85 V/V_{xt} = 1,2622599$$

Arah Y

$$0,85 V/V_{yt} = 1,66391$$

Tabel 3 Gaya Geser Dasar Hasil SAP2000

Load case/ Kombinasi	GlobalFX (kN/m)	GlobalFY (kN/m)
EDx	1785,9	60,997
EDy	80,4	1784,9

$$0,85 V = 0,85 \times 2098,3 = 1783,5$$

untuk arah x

$$V_{xt} > 0,85 v$$

$$1785,9 > 1783,5$$

untuk arah y

$$V_{yt} > 0,85 v$$

$$1784,9 > 1783,5$$

Analisis Respon Spektrum

a. Partisipasi Massa

SNI 1726:2019 menyatakan bahwa analisis struktur harus melibatkan jumlah ragam yang menghasilkan partisipasi massa setidaknya 90% dari total massa aktual pada setiap arah horizontal. Hasil pemodelan partisipasi massa ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 4 Partisipasi masa bangunan

OutputCase	Item	Static	Dynamic
MODAL	UX	99,7546	93,4085
MODAL	UY	99,7607	91,3821
MODAL	UZ	89,2301	22,8727

b. Kontrol *Drift* (Simpangan Antar Lantai)

Tabel 5 Displacement dari hasil SAP2000

Lantai	X (m)	Y(m)
Atap	0,041048	0,075447
Lantai 3	0,028125	0,049277
Lantai 2	0,011736	0,018954
Lantai 1	0	0

Tabel 6 Simpangan (Displacement) lantai arah X

Lantai	Hsx	δe	Δx	Δa (Ijin)	kontrol
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	$\Delta x < \Delta$ Ijin
ATAP	4000	41,048	47,3843	120	OKE
LT. 3	4000	28,125	60,093	120	OKE
LT.2	4000	11,736	43,032	120	OKE
LT.1	0	0	0	120	OKE

Tabel 7 Simpangan (Displacement) lantai arah Y

Lantai	Hsx	δx	Δy	Δa (Ijin)	kontrol
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	$\Delta x < \Delta$ Ijin
ATAP	4000	75,447	95,957	120	OKE
LT. 3	4000	49,277	111,184	120	OKE
LT.2	4000	18,954	69,498	120	OKE
LT.1	0	0	0	120	OKE

noted : Jika tidak terpenuhi maka gedung terlalu fleksibel perlu di perbesar lagi

c. Evaluasi Level Kinerja Struktur (ATC-40)

Menurut ATC-40, batasan *Ratio Drift* adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Batasan *Ratio Drift* atap menurut ATC-40

Parameter	Performance Level			
	IO	Damage Control	LS	Structural Stability

Maksimum Total Drift	0.01	0.01 s.d 0.02	0.02	0.33 v_i P_i
Maksimum Total Inelastic Drift	0.005	0.005 s.d 0.015	No limit	No limit

Sumber: ATC., (Redwood City:ATC,1996).Table 8-4,p 8-19

Evaluasi Kinerja Arah X

- *Maximum total drift ratio*

$$\begin{aligned}
 MTD &= \frac{Dt}{Hn} \\
 &= \frac{0,041048}{12} \\
 &= 0,003421 < 0,01 \quad (IO)
 \end{aligned}$$

- *Maximum total Inelastic Drift*

$$\begin{aligned}
 MID &= \frac{Dt-D1}{Hn} \\
 &= \frac{0,041048-0}{12} \\
 &= 0,003421 < 0,005 \quad (IO)
 \end{aligned}$$

Evaluasi Kinerja Arah Y

- *Maximum total drift ratio*

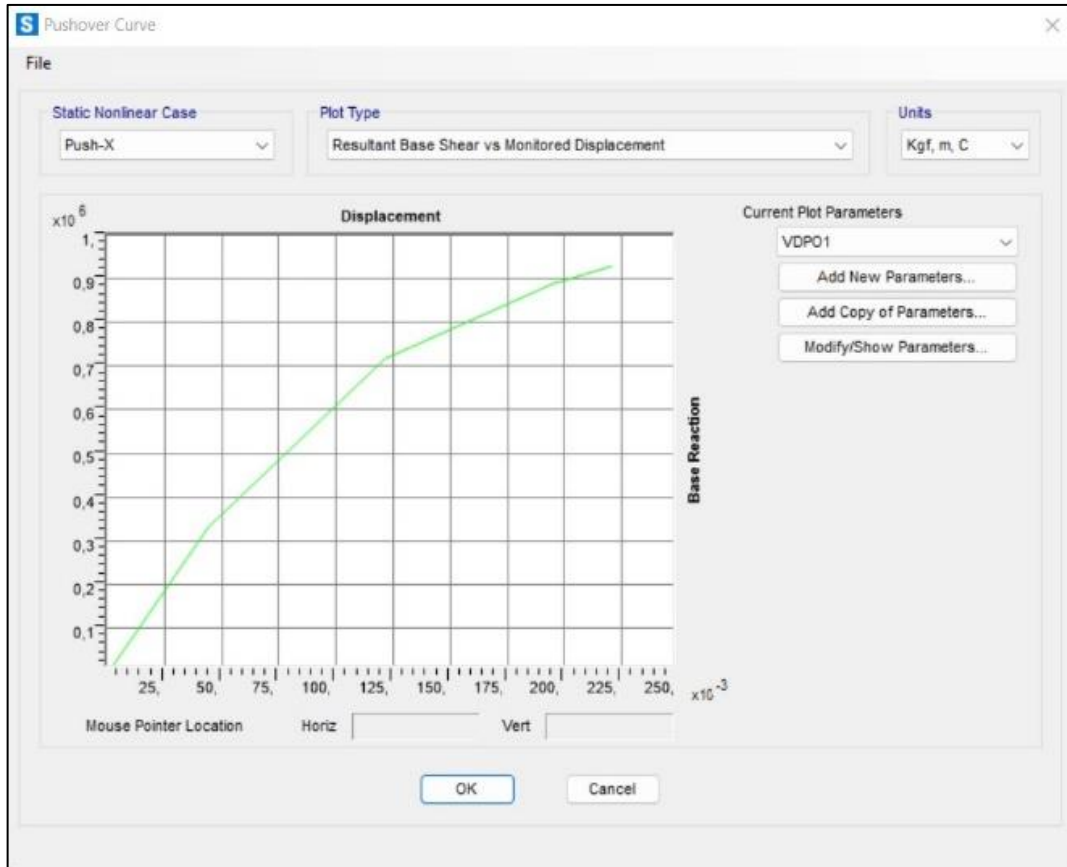
$$\begin{aligned}
 MTD &= \frac{Dt}{Hn} \\
 &= \frac{0,075447}{12} \\
 &= 0,006287 < 0,01 \quad (IO)
 \end{aligned}$$

- *Maximum total Inelastic Drift*

$$\begin{aligned}
 MID &= \frac{Dt-D1}{Hn} \\
 &= \frac{0,075447-0}{12} \\
 &= 0,006287 > 0,005 - 0,015 \quad (DC)
 \end{aligned}$$

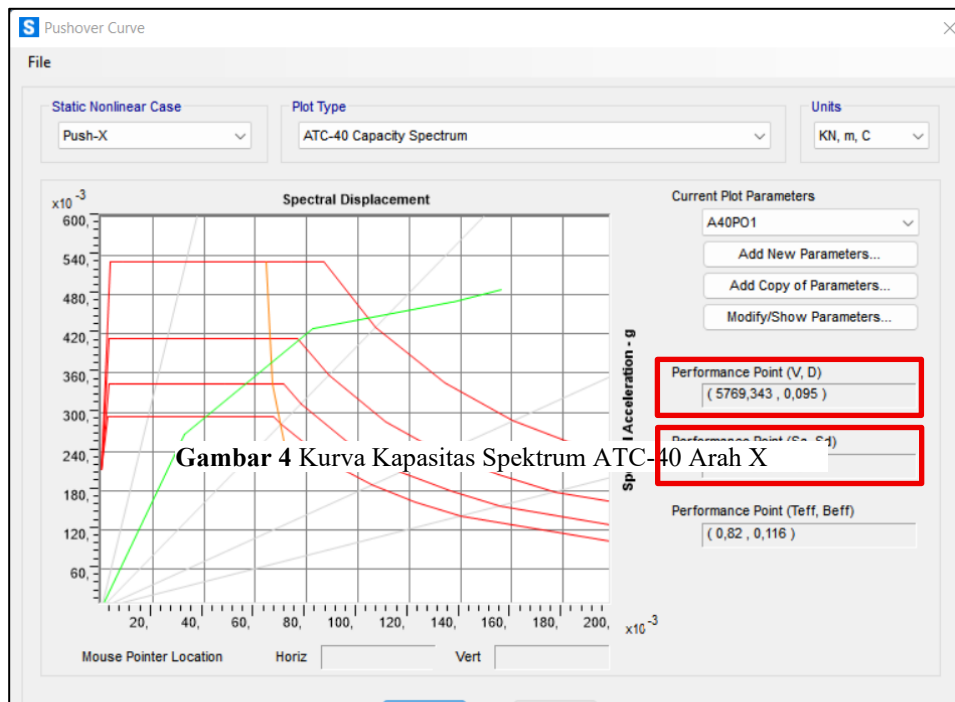
Analisis *Pushover*

a. Kurva Kapasitas



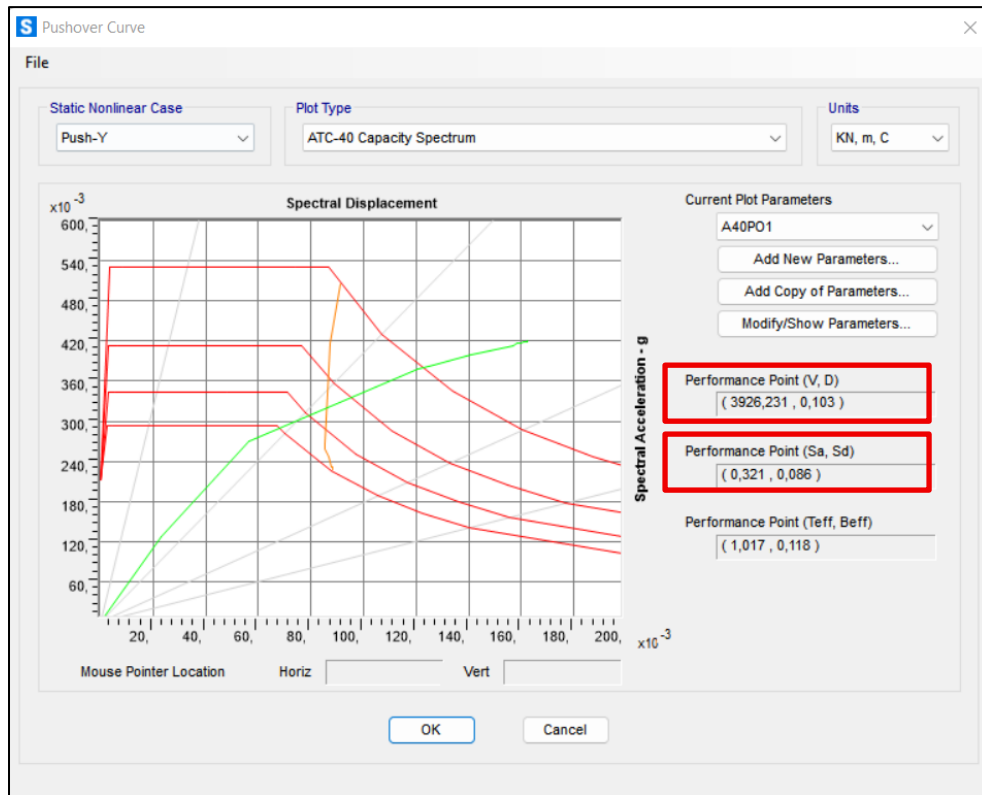
Gambar 3 Kurva Kapasitas Arah X

b. Titik Kinerja (*Performance Point*) Metode *Capacity Spectrum* ATC-40



Gambar 4 Kurva Kapasitas Spektrum ATC-40 Arah X

Sumber: Program Komputer SAP2000



Gambar 5 Kurva kapasitas Spektrum ATC-40 Arah Y

c. Evaluasi Kinerja Berdasarkan ATC-40

- Evaluasi Kinerja Arah X

- *Maximum total drift ratio*

$$\begin{aligned}
 MTD &= \frac{D}{Hn} \\
 &= \frac{0,095}{12} \\
 &= 0,007917 < 0,01 \quad (IO)
 \end{aligned}$$

- *Maximum total Inelastic Drift*

$$\begin{aligned}
 MID &= \frac{Dt - D1}{Hn} \\
 &= \frac{0,095 - 0,000649}{12} \\
 &= 0,007863 > 0,005 - 0,015 \quad (DC)
 \end{aligned}$$

- Evaluasi Kinerja Arah Y

- *Maximum total drift ratio*

$$\begin{aligned}
 MTD &= \frac{Dt}{Hn} \\
 &= \frac{0,103}{12}
 \end{aligned}$$

$$= 0,008583 < 0,01 \quad (IO)$$

- *Maximum total Inelastic Drift*

$$\begin{aligned} MID &= \frac{Dt-D1}{Hn} \\ &= \frac{0,103-0,002098}{12} \\ &= 0,008758 > 0,005 - 0,015 \quad (DC) \end{aligned}$$

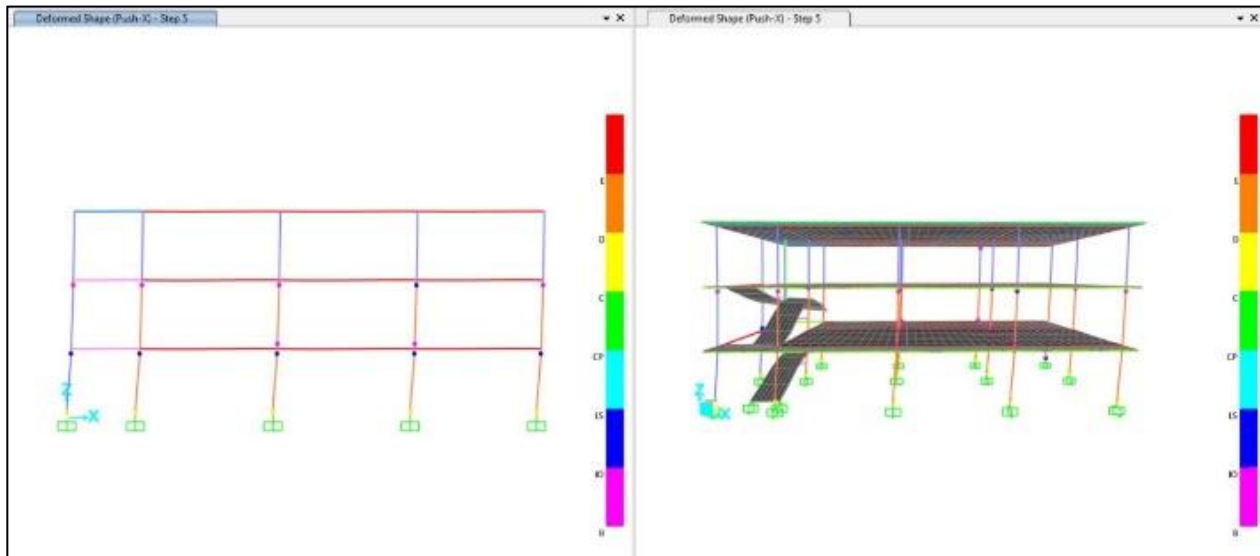
d. Skema Distribusi Sendi Plastis

1. Awal terjadinya sendi plastis arah X

Pada *Push-X* Tahap 2, sendi plastis mulai muncul pada kolom dasar dan ujung balok dengan dominasi kondisi IO–LS–CP, menunjukkan bahwa struktur masih aman meskipun mulai mengalami kerusakan sedang. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memiliki tingkat kinerja *Life Safety* (LS).

2. Terjadi Collaps arah X

Pada Gambar 5 memperlihatkan banyak sendi plastis di kolom dasar dan ujung balok pada tahap *Push-X* step 5 menunjukkan deformasi lebih lanjut. Kondisi LS–CP–C mendominasi, menunjukkan bahwa beberapa elemen hampir runtuh. Hasil analisis menunjukkan bahwa tahap ini, kinerja struktur termasuk *Colaps Prevention* (CP).



Gambar 6 Step ketika struktur mulai collaps arah x

Sumber: Program Komputer SAP2000

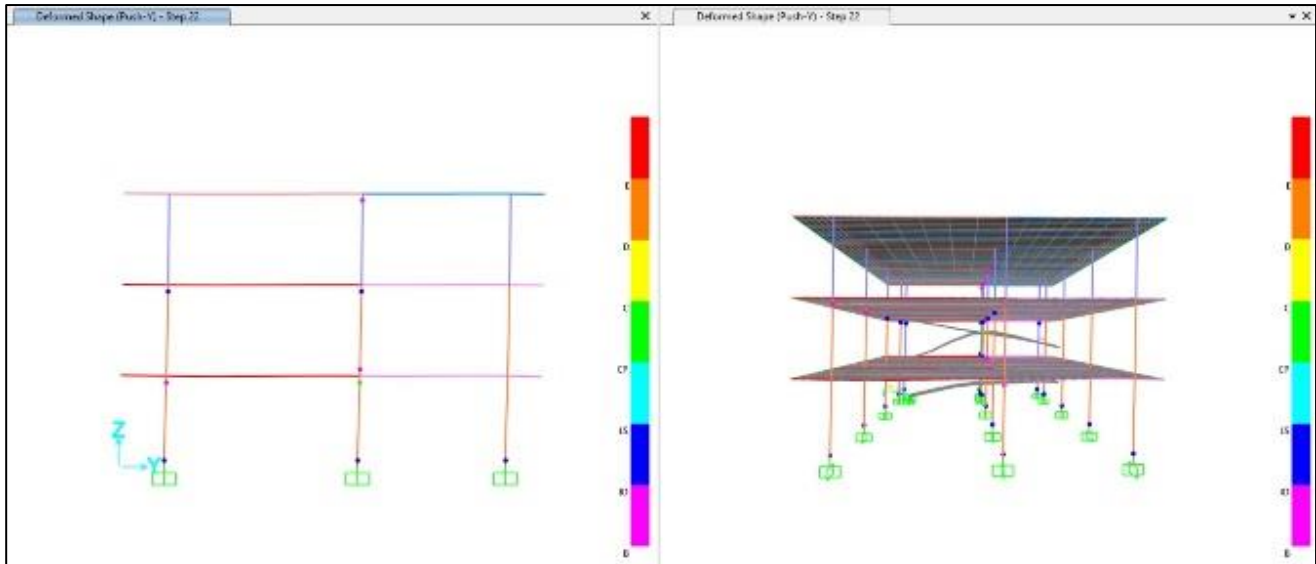
3. Awal terjadi sendi plastis arah Y

Pada *Push-Y* step 3, sendi plastis mulai muncul pada kolom dasar dan ujung balok. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja struktur tergolong *Life Safety* (LS), artinya struktur masih stabil meskipun beberapa elemen mulai plastis, menurut kriteria ATC-40.

4. Terjadi Collaps arah Y

Gambar 6 memperlihatkan tahap *Push-Y* step 22, sendi plastis terbentuk pada kolom dan balok di beberapa lantai, dengan kondisi IO–LS mendominasi, dan sebagian elemen mencapai CP. Deformasi terbesar terjadi di

lantai dasar, yang menunjukkan perilaku struktur yang daktail. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur masih mampu menahan beban gempa dengan kerusakan sedang, dengan tingkat kinerja *Life Safety* (LS).



Gambar 7 Struktur mulai collaps Arah Y
Sumber: Program Komputer SAP2000

Tabel 9 Tingkat Kerusakan Struktural

Keterangan	Simbol	Penjelasan
B	●	Menunjukkan batas linear yang kemudian diikuti terjadinya pelelahan pertama pada struktur
IO	●	Terjadinya kerusakan yang kecil atau tidak berarti pada struktur, kekakuan struktur hamper sama pada saat beban belum terjadinya gempa
LS	●	Terjadi kerusakan mulai dari kecil hingga tingkat sedang. Kekakuan struktur berkurang tetapi masih mempunyai ambang yang cukup besar terhadap keruntuhan
CP	●	Terjadi kerusakan yang parah pada struktur sehingga kekuatan dan kekakuannya berkurang banyak
C	●	Batas maksimum gaya geser yang masih mampu ditahan gedung
D	●	Terjadinya degradasi kekuatan struktur yang besar, sehingga kondisi struktur tidak stabil dan hamper <i>collapse</i>
E	●	Struktur sudah tidak mampu menahan gaya geser dasar hancur

Perbandingan Hasil Analisis Respon Spektrum dan Analisis *Pushover*

Tabel 10 Perbandingan hasil analisis Respon Spektrum dengan *Pushover*

Anlisis	Respon Spektrum		<i>Pushover</i>		Kondisi
	X	Y	X	Y	
D	0,04105	0,07545	0,095	0,103	-
V	2098,3	2340,5	5769,34	3926,23	-
Evaluasi ATC-40					
MTD	0,003421	0,006287	0,007917	0,008583	AMAN
MID	0,003421	0,006287	0,007863	0,008758	
Level Kinerja	IO	IO,DC	IO,DC	IO, DC	

Berdasarkan hasil analisis struktur Gedung RSIA Permata Hati Mataram, nilai gaya geser dasar dan simpangan maksimum menunjukkan perbedaan antara metode Respon Spektrum dan metode *Pushover*. Pada analisis Respon Spektrum, yang bersifat linier elastis, diperoleh gaya geser dasar maksimum sebesar 2098,3 kN pada arah X dan 2.340,5 kN pada arah Y, dengan simpangan maksimum 0,04105 m dan 0,07545 m. Kondisi ini menunjukkan kinerja struktur pada tingkat *Immediate Occupancy* (IO), di mana bangunan masih berperilaku elastis dengan kerusakan sangat kecil.

Sedangkan pada analisis *Pushover*, yang mempertimbangkan perilaku nonlinier plastis, gaya geser dasar meningkat menjadi 5769,34 kN (arah X) dan 3926,23 kN (arah Y), dengan simpangan maksimum 0,095 m dan 0,103 m. Nilai *drift ratio* sebesar 0,0079 (arah X) dan 0,0086 (arah Y) menunjukkan bahwa struktur berada pada tingkat kinerja *Immediate Occupancy* hingga *Damage Control* (IO–DC).

Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode *Pushover* menghasilkan respons struktur yang lebih besar karena memperhitungkan pembentukan sendi plastis dan kapasitas pasca-elastis elemen struktur, sedangkan metode Respon Spektrum hanya meninjau respons dinamik linier.

Signifikansi Hasil Analisis

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur Gedung Pengembangan RSIA Permata Hati Mataram memiliki tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO) hingga *Damage Control* (DC) pada kedua metode analisis, yang menandakan bahwa struktur masih berada dalam kondisi aman terhadap beban gempa rencana. Nilai *drift* dan *base shear* yang lebih besar pada metode *Pushover* menunjukkan bahwa struktur memiliki kemampuan deformasi dan daktilitas yang baik terhadap pengaruh gempa.

Temuan ini mengindikasikan bahwa struktur gedung masih memiliki kapasitas cadangan yang cukup, sehingga belum memerlukan tindakan retrofit besar. Namun, untuk meningkatkan keselamatan dan ketahanan jangka panjang, dapat dipertimbangkan retrofit ringan pada elemen non-struktural atau sambungan balok–kolom yang potensial mengalami kerusakan.

Simpulan

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa performa seismik Gedung Pengembangan RSIA Permata Hati Mataram mengindikasikan perilaku elastis struktur dalam analisis respons spektrum, dengan perpindahan relatif yang kecil, yaitu 0,041048 m (arah X) dan 0,075447 m (arah Y), serta gaya geser dasar maksimum 2098,3 kN (arah X) dan 2340,5 kN (arah Y), yang menandai respons gempa yang stabil tanpa adanya kerusakan berarti. Adapun pada analisis *pushover*, diperoleh perpindahan atap 0,095 m (arah X) dan 0,103 m (arah Y) dengan gaya geser dasar maksimum 5769,34 kN dan 3926,23 kN, yang menggambarkan kapasitas deformasi pasca-elastis yang memadai serta efektivitas struktur dalam menyerap energi gempa.

2. Hasil analisis *pushover* pada arah X dan Y menunjukkan bahwa proses pembentukan sendi plastis diawali pada kolom lantai dasar serta ujung-ujung balok, kemudian meluas ke lantai atas seiring bertambahnya gaya lateral. Dominasi sendi plastis dengan kategori IO–LS–CP menunjukkan bahwa struktur mengalami deformasi sedang tanpa terjadinya keruntuhan total. Dengan nilai simpangan maksimum sebesar 0,220 m dan gaya geser dasar sebesar 929,94 kN, struktur menunjukkan perilaku yang daktail dan stabil. Oleh karena itu, tingkat kinerja struktur diklasifikasikan pada level *Life Safety* (LS), yang berarti bangunan tetap aman meskipun mengalami kerusakan menengah akibat beban gempa.
3. Berdasarkan hasil analisis Respon Spektrum, diperoleh nilai *drift* maksimum sebesar 0,0034 pada arah X dan 0,0063 pada arah Y, yang menunjukkan tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Hal ini mengindikasikan bahwa struktur masih berperilaku elastis dengan tingkat kerusakan yang sangat ringan. Sementara itu, hasil analisis *Pushover* menunjukkan *drift* maksimum sebesar 0,0079 pada arah X dan 0,0086 pada arah Y dengan tingkat kinerja IO–*Damage Control* (DC), menandakan bahwa struktur telah memasuki fase deformasi pasca-elastis namun tetap berada dalam kondisi aman dan stabil.

Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis riwayat waktu nonlinier (*nonlinear time-history analysis*) menggunakan rekaman gempa representatif wilayah Lombok untuk memperoleh respons struktur yang lebih realistis.
2. Mengembangkan pemodelan nonlinier tiga dimensi (3D nonlinear analysis) dengan mempertimbangkan degradasi kekakuan, efek P- Δ , serta variasi mutu material.
3. Mengkaji pengaruh variasi parameter struktur terhadap tingkat kinerja seismik guna meningkatkan keandalan evaluasi bangunan rumah sakit kategori risiko IV.
4. Menggunakan hasil tingkat kinerja IO–DC sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan dalam validasi desain atau retrofit struktur rumah sakit, sehingga bangunan tetap dapat berfungsi sesuai perannya pascagempa.

Daftar Pustaka

- Applied Technology Council. (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings* (Vol. 1). California: Author.
- Banjarnahor, E. (2024). *Analisis pushover pada struktur gedung proyek pembangunan gedung kantor UPPD Medan Utara*. Repository Universitas Medan Area.
- Larasati, S. D. (2024, January 2). *Ini jumlah rata-rata banyaknya gempa di Indonesia dalam setahun*. Antaranews.
- Muhaiminul Aziz, A., Ridwan, M., & Wardoyo, T. (2023). Studi Struktur Gedung Beton Bertulang Pada Gedung RND PT Bernofarm Sidoarjo Menggunakan Metode Pushover Analysis dengan Program ETABS V.19 dan SAP2000 V.22. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 73–86. <https://doi.org/10.56444/jts.v16i1.879>
- Sastra Wibawa, I. M., Kubon Tubuh, I. K. D., & Aditya Prawira, P. P. L. (2021). Analisis Kinerja Struktur Gedung Dengan Analisis Pushover Pada Proyek Gedung Rektorat Universitas Mahasaraswati Denpasar. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 10(2), 53–61. <https://doi.org/10.36733/jikt.v10i2.3001>
- Siswanto, S., & Prijasambada, P. (2022). Analisis kinerja struktur gedung bertingkat menggunakan metode pushover. *IKRA-ITH Teknologi*, 7(1), 46–52.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020. *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Talitha Zhafira, Imawan Taufiqy, Purwanto, Mustain, & Nurti Kusuma Anggraini. (2023). Analisis Dinamik Respons Spektrum Dan Statik Ekuivalen Gedung Perkuliahan Universitas Semarang. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 7(1), 75–79. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.8418>
- Tempo.co. (2024, August 5). *Kilas balik gempa Lombok 2018: Rekor gempa paling parah di Pulau Lombok*. Tempo.co.