STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG DENGAN *FLUID VISCOUS DAMPER (FVD)*

Chonis Tanaem[1], Ester Priskasari[2], dan Mohammad Erfan[3]

[1]*Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan sengguruh No. 15*
Email: chonislorzet@gmail.com
[2] *Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang,Jl. Parikesit 45 Malang*
Email:Esterpriskasari@gmail.com
[3] *Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Perum Joyo Grand Kav. A-22 Malang*
Email: Mohammaderfan@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is located at the convergence of three major tectonic plates, making it highly vulnerable to earthquakes; therefore, earthquake-resistant structural design is essential. One of the seismic damping devices that can be applied is the *Fluid Viscous Damper* (FVD), which functions to absorb seismic energy and reduce the design earthquake forces transmitted to structural elements. This study analyzes the performance of a steel structure in the GKB V Building at Universitas Muhammadiyah Malang with the application of three types of FVD, namely 500 kN, 750 kN, and 1000 kN capacity. The structural modeling was carried out using ETABS software, considering dead loads, live loads, and seismic loads in accordance with SNI 1726:2019. The FVDs were installed along the X-axis (longitudinal) and Y-axis (transverse) at the building's edges. The analysis results indicate that the use of FVDs reduces the structural period, base shear, and inter-story drift, thereby improving the stiffness and stability of the structure. Furthermore, the bending moment in beams decreased, while the axial compressive force and moment in columns increased compared to the structure without FVDs. Overall, the application of FVDs proved effective in enhancing the seismic performance of the structure.

Keywords: Fluid Viscous Damper, steel structure, earthquake

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa bumi karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, sehingga perencanaan struktur bangunan tahan gempa menjadi hal yang penting. Salah satu perangkat peredam gempa yang dapat digunakan adalah *Fluid Viscous Damper* (FVD), yang berfungsi menyerap energi gempa dan mengurangi gaya gempa rencana yang diteruskan ke elemen struktur. Penelitian ini menganalisis kinerja struktur baja pada Gedung GKB V Universitas Muhammadiyah Malang dengan penerapan tiga tipe FVD, yaitu kapasitas 500 kN, 750 kN, dan 1000 kN. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS dengan memperhitungkan beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai SNI 1726:2019. FVD dipasang pada sumbu X (memanjang) dan sumbu Y (melintang) di bagian tepi bangunan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan FVD dapat menurunkan periode struktur, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai (*story drift*), sehingga meningkatkan kekakuan dan stabilitas struktur. Selain itu, momen lentur pada balok mengalami penurunan, sedangkan gaya aksial tekan dan momen pada kolom cenderung meningkat dibandingkan kondisi tanpa FVD. Secara keseluruhan, penerapan FVD terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan struktur terhadap beban gempa.

Kata kunci: Fluid Viscous Damper, struktur baja, gempa bumi

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang diakbibatkan oleh pergeseran lemppeng bumi. Fenomena ini dapat menajdi ancaman yang serius bagi Indonesia dikarenakan wilayah Indonesia yang beradapa 3 pertemuan lempeng yaiutu, lempeng Indo-Austarlia, lempeng Eurasi, dan lempeng pasifik. Gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan bangunan serta mengakibatkan korban jiwa. Oleh karena itu perencanaan struktur tahan gempa menjadi aspek penting yang harus dipertimbangkan terutama pada struktur bangunan bertingkat tinggi.

Fluid Viscous Damper (FVD) merupa kan salah satu dari alat peredam gempa yang diaplikasikan pada

struktur bangunan. FVD dapat menyerap energi gempa dan mengurangi gaya gempa rencana yang dibawa elemen struktur sehingga memungkinkan struktur bangunan untuk tetap bersifat elastis pada saat gempa terjadi dan mampu meredam guncangan gempa (Pribadi et al., 2020). Pengunaan alat ini tidak akan meningkatkan beban pada kolom akibat gaya yang ditimbulkan FVD karena saat terjadi gempa dan gaya damper maksimum, tegangan kolom justru menjadi minimum.

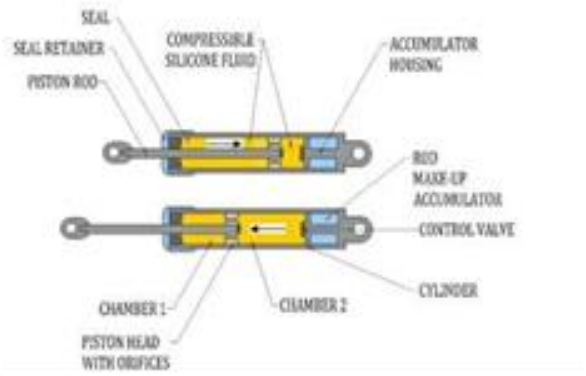
2. TINJAUAN PUSTAKA

Fluid Viscous Damper

Fluid viscous damper bekerja dengan cara memberikan gaya untuk meredam gerakan struktur saat terjadi gempa. Fluid Viscous Damper mendisipasi energi berdasarkan kecepatan gerak piston dan kekentalan cairan yang mengalir melalui lubang di piston. Cairan pekat yang biasa digunakan yaitu minyak silikon (silicone oil). FVD dipasang pada skeleton frame bangunan, biasanya sejajar dengan bracing.

Fluid viscous damper berfungsi untuk memperkecil respon simpangan struktur dan getaran yang timbul karena adanya beban dinamis. Fluid viscous damper dapat menyerap energi gempa dan mengurangi gaya gempa rencana yang akan dipikul oleh elemen struktur sehingga memungkinkan struktur bangunan untuk tetap bersifat elastis saat gempa terjadi dan mampu meredam guncangan gempa. (Pribadi & Desmaliana, 2020)

Fluid viscous damper bekerja layaknya pegas yang dapat mereduksi tegangan dan defleksi yang terjadi pada struktur bangunan secara bersamaan. Gaya redaman yang bekerja sebanding dengan perubahan kecepatan stroke (stroking velocity). Cara kerja ini dianalogikan seperti suspensi atau shock absorber pada mobil. Viscous damper mendisipasi energi berdasarkan kecepatan gerak dari bagian damper. Bentuk umum dari gaya redaman atau damping dapat ditulis:



Gambar 1. Skema FVD

$Fd = CV^{\alpha}$

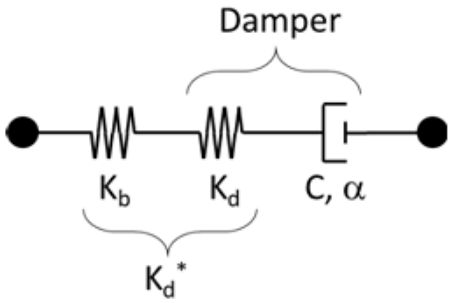
Dimana:
Fd = gaya damping
C = Konstanta damping
V = Kecepatan
α = Faktor [engaruh linear dan non linear
α = 1 untuk linear
α = < 1 untuk non linear

Untuk menentukan kecepatan FVD dapat dihitung menggunakan kecepatan per lantai pada bangunan, dikarekan kecepatan yang dihasilakn peredam sejalan dengan kecepatan yang dihasikan per lantai banguanan. Perhitungan kecepatan didefinisikan sebagai beikut.

$$V = \frac{2\pi\Delta}{T}$$

Dimana:
Δ = Displacement yang dihasilakn per lantai
T = Periode yang dihasilkan per lantai
π = 3,14

Kekakuan *Fluid Viscous Damper (FVD)*



Gambar 2. Model Peredam (Damper) Yang Dipasang Seri Dengan *Estrnder Brace*



Gambar 3 Gabungan FVD - Extender Barce

Biasanya, damper dipasang pada *extender braces* untuk memperluas damper dari titik kerja ke titik kerja pada sebuah bangunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.1.18. Saat melakukan pemodelan di ETABS atau SAP2000, sebuah elemen link tunggal digunakan untuk menangkap perilaku gabungan antara damper

dan *extender brace*. Agar distribusi deformasi antara damper dan *extender brace* dapat ditangkap dengan akurat, digunakan kekakuan gabungan (K*d) untuk tiga elemen seri (pegas dalam damper dan *extender brace*

Kd = kd + kb

Dimana:

Kd = Maxwel stiffness

Kb = Kekakuan *extender barce*

Kekakuan *extender brace* didesfinisikan sebagai berikut

$$Kb = \frac{AE}{L}$$

Dimana:

A = Luas Penampang

E = Modulus elastisitas bahan

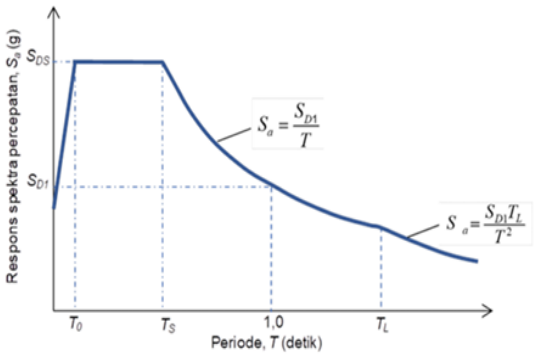
L = Panjang elemen

Pembebanan strktur

- **Beban mati**
  Beban mati merupakan berat dari seluruh bahan konstruksi bangunan yang terpasang ada gedung tersebut, termasuk berat atap, Lafon, pelat, dinding, lantai, tangga, fhinising, dan komponen arsitektural serta peralatan lain yang terpasang (SNI 1727: 2020, 13;15)
- **Beban hidup**
  Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh beberapa factor seperti penghuni dan bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban banjir, beban gempa dan beban mati (SNI 1727:2020, 13;18)
- **Beban gempa**
  Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan ini ditinjau dengan menggunakan SNI 1726:2019. Fungsi respon spektrum ditetapkan sesuai wilayah gempa sebagaimana ketentuan dalam SNI 1726:2019, serta mempertimbangkan kondisi tanah dilokasi rencana struktur bangunan.

Analisis Respon Spektrum

Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk meninjau pengaruh gempa pada struktur adalah **analisis respons spektrum**. Metode ini merupakan pendekatan yang memanfaatkan nilai percepatan tanah maksimum akibat gempa berdasarkan data riwayat gempa yang pernah terjadi. Respons spektrum biasanya ditampilkan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan antara periode getar struktur dengan respons struktur (umumnya berupa percepatan/akselerasi). Perhitungan respons spektrum dilakukan mengacu pada **SNI 1726:2019**.



Gambar 4. Grafik respon spectrum

Kombinasi pembebanan

Untuk komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus didesain sedemikian sehingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban–beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi. Pengaruh adanya satu atau lebih beban yang tidak bekerja harus ditinjau, tetapi kedua beban tersebut tidak perlu ditinjau secera simultan. Berikut adalah kombinasi pembebanan bedsarakan SNI 1726:2019 pasal 4.2.2 halaman 25-26:

1. 1,4D
2. 1.2D + 1,6L + 0,5 (L atau R)
3. 1.2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
5. 0,9D + 1,0W
6. 1,2D + Ev + Eh + L
7. 09D – Ev + Eh

Akan tetapi, berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.4.2 halaman 64-65, pada kombinasi terdapat beban gempa di dalam persamaannya harus didesain menggunakan pengaruh beban gempa yang ditentukan seperti berikut:

Eh = ρQE

Ev = $0{,}2S_{DS}D$

Nilai ρ merupakan faktor redundandsi yang harus dikenakan pada sistem penahan gempa dalam masing-masing kedua arah orthogonal untuk semua struktur sesuai dengan SNI 1726:2019 pasal 7.3.4 halaman 63.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Perencanaan

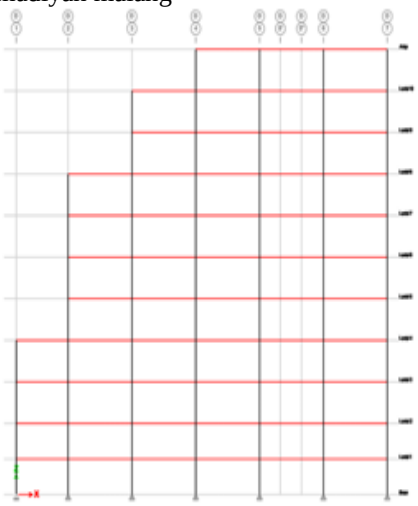
Nama Gedung = Gedung GKBV UMM
Lokasi Gedung = Jl. Raya Karangploso No.45, Landungsari Kota Malang, Jawa Timur
Jumlah Lantai = 10 + Atap
Panjang Bangunan = 48,5 m
Lebar Bangunan = 31 m
Tinggi Bangunan = 45 m
Struktur bangunan = Beton bertulang (Eksisting)
= Baja (Alaternatif desain)

Data Material

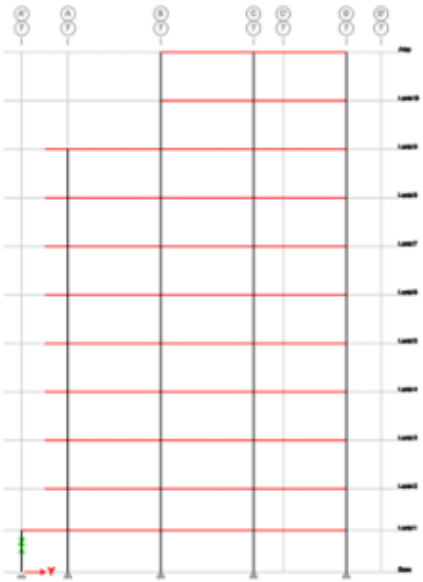
Profil baja = WF & H-Beam

Mutu baja = ASTM A572 *Grades* 50
Tegangan Peleh Fy = 345 Mpa
Tegangan Putus Fu = 450 Mpa
Modulus Elastisitas Baja = 200000 Mpa
Mutu beton fc = 25 MPa
Modulus Elastisitas Baton = $4700\sqrt{fc}$
= $4700\ \sqrt{25}$
= 23500 MPa

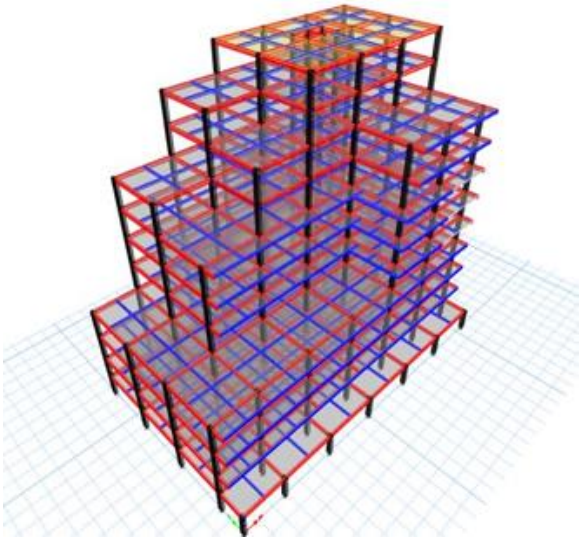
Data goemetrik gedung GKB V Universitas muhammadiyah malang



Gambar 5. Potongan Memanjang

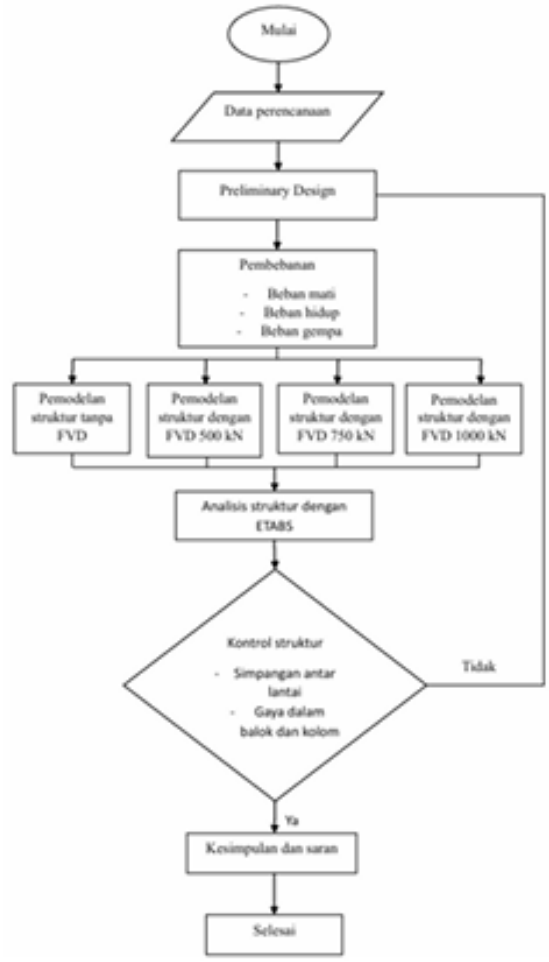


Gambar 6. Potongan Melintang



Gambar 7. Tampak 3D

Bagan alir



Gambar 8. Bagan Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data perencanaan

Panjang bangunana = 48 5 m

Lebar bangunan = 31 m

Tinggi bangunan = 45 mm

Adapun tinggi per lantai gdeung GKB V UMM adalah sebagai berikut:

Lantai 1 = 3,6 m

Lantai 2 = 3,6 m

Lantai 3 = 4,2 m

Lantai 4 = 4,2 m

Lantai 5 = 4,2 m

Lantai 6 = 4,2 m

Lantai 7 = 4,2 m

Lantai 8 = 4,2 m

Lantai 9 = 4,2 m

Lantai 10 = 4,2 m

Atap = 4,2 m

Pleminary Design

Balok Induk = WF 500 x 300 x 16 x 25

Balok Anak = WF 300 x 150 x 6,5 x 9

Kolom = H-Beam 428 x 407 x 30 x 40

Extend Barce = Hss Circle ø 216,3 mm

Pelat Lantai = 130 mm

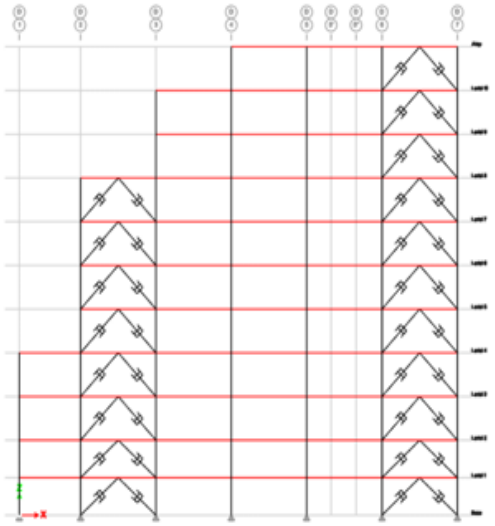
FVD seri nomor 17140

Penelitian ini menggunakan 3 tipe FVD, yaitu FVD 500 kN, FVD 750 kN dan 1000 kN. Spesifikasi Fluid Viscous Damper dapat dilihat pada table 1.1

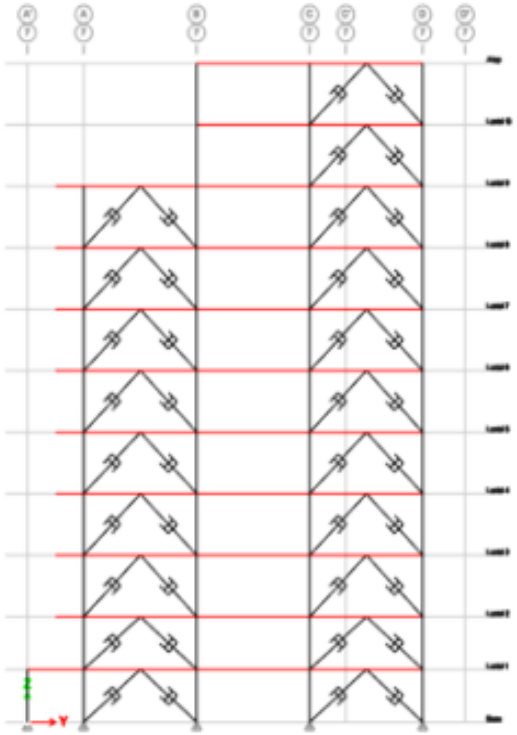
Tabel 1. Spesifikasi Fluid Viscous Damper

Tipe FVD	Berat kN	Massa kg	Damping kN-s/m	Stiffnes kN/m
FVD 500 kN	0,961	98	1306,1329	296277,99
FVD 750 kN	1,648	168	1959,1994	376832,99
FVD 1000 kN	2,491	254	2612,2659	460014,99

Pada penelitian ini, FVD dipasang pada sumbu X (memanjang) dan sumbu Y (melintang) di bagian tepi bangunan.



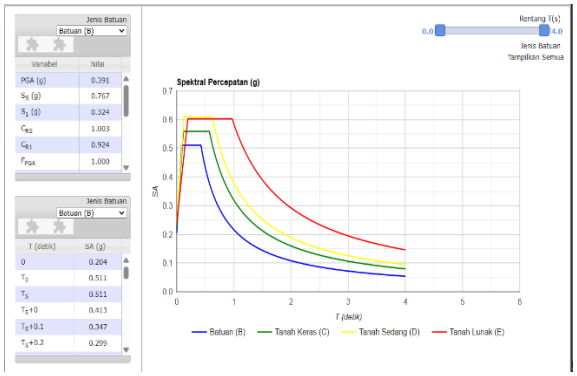
Gambar 9. Potongan memnajang dengan FVD



Gambar 10. Potongan melintang dengan FVD

Rspon Spectrum Desain

Grafik spektrum respons desain adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara perioda dan spektrum respons percepatan desain. Penggambaran grafik ini ditentukan oleh perioda puncak awal, perioda puncak akhir serta perioda panjang.

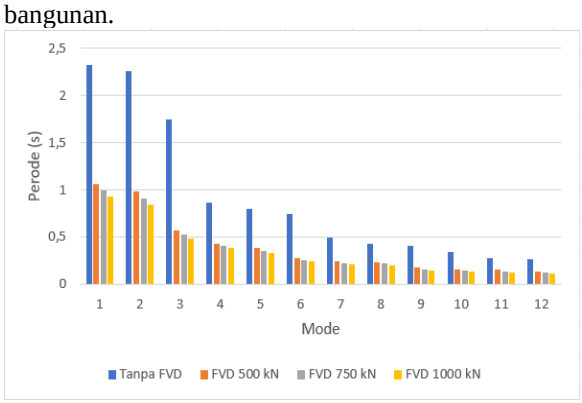


Gambar 11. Grafik respon spectrum

Kondisi respon spektrum akan menghasilkan nilai koefisien gempa dasar Cd, sehingga akan dihasilkan gaya geser dasar seismic akibat gaya gempa rencana yang bergantung dari percepatan respon spektra lokasi struktur.

Periode Struktur

Periode fundamental adalah waktu yang dibutuhkan oleh struktur untuk melakukan bentuk mode tertentu. Besarnya periode fundamental dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah kekakuan struktur, berat struktur, tinggi struktur, orientasi penempatan geometri kolom, keberadaan dinding dalam struktur, dan pengaruh penampang. Di dalam Dalam hal ini, faktor yang mempengaruhi adalah kekakuan struktur dan berat struktur. Semakin besar kekuatan beton pada bangunan, semakin besar kekakuan struktur dan berat struktur akan meningkat secara linier. Peningkatan kekakuan struktur akan berdampak pada pengurangan sifat alami periode bangunan.



Gambar 12. Grafik priode struktur

Gaya Geser Dasar

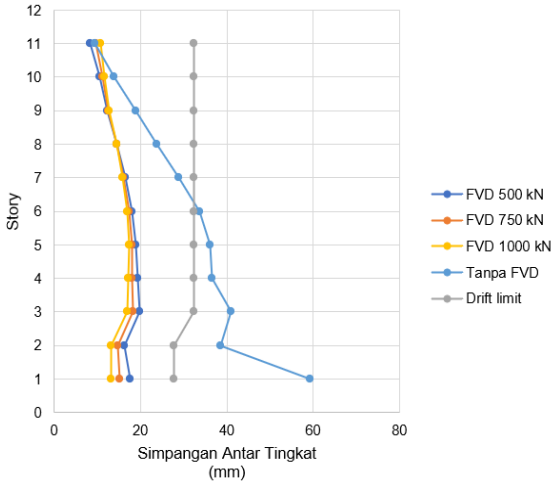
Pada kasus ini Analisis beban gempa yang digunakan adalah analisis dinamik atau respon spektrum. Walaupun demikian, analisis gempa statik tetap harus dilakukan karena terdapat keterlibatan gaya gempa statik pada penggunaan analisis respon spektrum. Gaya geser dasar seismik adalah reaksi yang terjadi pada dasar suatu bangunan akibat kombinasi beban yang bekerja pada struktur, termasuk beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Gaya geser dasar merupakan bentuk representasi dari pengaruh getaran gempa yang bekerja pada bagian dasar bangunan. Nilai ini dijadikan acuan dalam menentukan gaya gempa rencana yang digunakan pada proses perencanaan maupun evaluasi struktur gedung. Hasil analisis gaya geser dasar disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Gaya geser dasar arah X dan Y

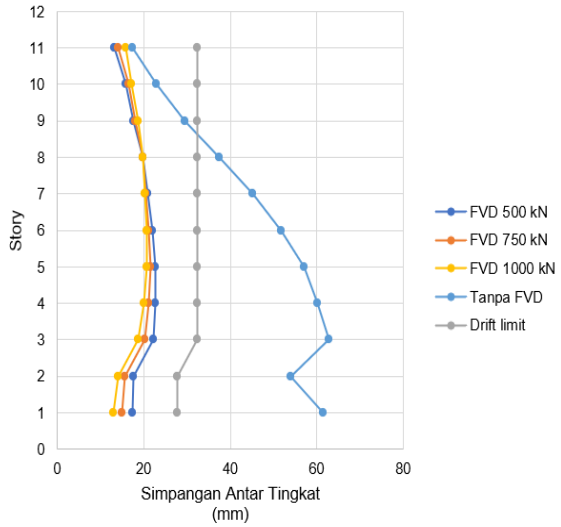
Tipe beban gempa		Tanpa FVD kN	FVD 500 kN kN	FVD 750 kN kN	FVD 1000 kN kN
Eqx	Statik	2988,5403	6470,0064	7020,5709	7572,8525
Eqy	Statik	2988,5403	6024,0097	6440,2414	6841,5272
Rspx	Dinamik	2521,0257	4643,0289	4869,8551	5060,7314
Rspy	Dinamik	2209,3193	4148,4899	4257,0179	4401,1818

Simpangan Antar Lantai

Hasil analisis simpangan antar lantai (story drift) pada gedung GKB V UMM menunjukkan bahwa penerapan tiga tipe FVD menghasilkan penurunan nilai simpangan antar lantai dibandingkan dengan kondisi tanpa peredam. Penurunan ini mengindikasikan peningkatan kekakuan dan kemampuan struktur dalam mereduksi deformasi akibat beban gempa. Hasil analisis simpangan antar lantai dapat dilihat pada gambar 10 untuk arah X dan 11 untuk arah Y



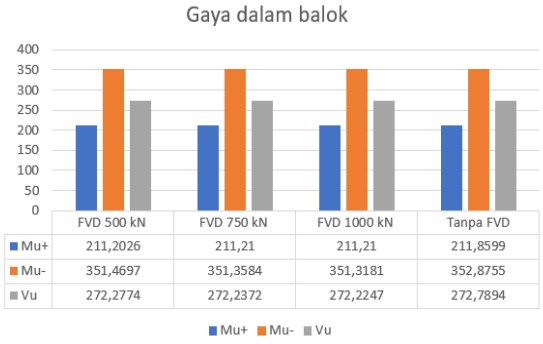
Gambar 13. Grafik simpangan antar lantai arah X



Gambar 14. Grafik simpangan antar lantai arag Y

Gaya Dalam Elemen Struktur

Elemen struktur pada gedung terdiri dari balok sebagai elemen horizontal dan kolom sebagai elemen vertikal. Berdasarkan hasil analisis, penggunaan FVD pada struktur gedung menyebabkan penurunan momen lentur pada elemen balok. Sebaliknya, pada elemen kolom terjadi peningkatan gaya aksial tekan dan momen dibandingkan dengan kondisi tanpa FVD. Distribusi gaya dalam pada balok ditunjukkan pada Gambar 12, sedangkan gaya dalam pada kolom ditunjukkan pada Gambar 13.



	FVD 500 kN	FVD 750 kN	FVD 1000 kN	Tanpa FVD
Mu+	211,2026	211,21	211,21	211,8599
Mu-	351,4697	351,3584	351,3181	352,8755
Vu	272,2774	272,2372	272,2247	272,7894

Gambar 15. Gaya dalam balok



	FVD 500 kN	FVD 750 kN	FVD 1000 kN	Tanpa FVD
Mu+	291,1501	291,6759	292,5269	280,5771
Mu-	229,4311	229,5468	229,7422	222,6011
Vu	112,3654	112,4652	112,5905	119,7432
Pu	7404,7792	7401,5506	7397,119	7469,2768

Gambar 16. Gaya dalam kolom

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada Gedung GKB V Universitas Muhammadiyah Malang dengan Fluid Viscous Damper dan tanpa Fluid Viscous Damper, dapat diambil kesimpulan sebagai beikut.

1. Periode getar alami struktur dengan menggunakan FVD mengalami penurunan pada mode 1 untuk FVD 500 kN 54,37%, FVD 750 kN 56,26% dan FVD 1000 kN 59,72%. Sedangkan mode 2 untuk FVD 500 kN 56,29%, FVD 750 kN 59,66% dan FVD 1000 kN 62,54%.
2. Penggunaan tiga tipe FVD (500 kN, 750 kN, dan 1000 kN) memberikan penurunan signifikan pada simpangan antar lantai (story drift) dibandingkan kondisi tanpa peredam, menunjukkan peningkatan kekakuan dan kemampuan struktur meredam deformasi akibat gempa.
3. Pada elemen balok, penggunaan FVD menyebabkan penurunan momen lentur, sedangkan pada elemen kolom terjadi peningkatan gaya aksial tekan dan momen. Hal ini mengindikasikan redistribusi gaya dalam akibat peran FVD dalam menyerap energi gempa.
4. Secara keseluruhan, penerapan FVD efektif dalam meningkatkan kinerja seismik mengurangi struktur gedung deformasi dengan dan mengoptimalkan distribusi gaya dalam, sehingga bangunan menjadi lebih aman terhadap beban gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Nasional (2019), Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta

Badan Standar Nasional (2020), Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta

Kurniwan, W. T, (2022) Pemodelan Penggunaan Fluid Viscous Damper (Fvd) Pada Bangunan GedungMalang Creative Center.

Pribadi, A dan E Desmaliana, (2020). Studi perbandingan respon struktur gedung menggunakan Fluid Viscous Damper dengan variasi jumlah lantai Vol: 6, No.1/2020 page 23-25.

Taylor Devices, (2024), *Fluid Viscous Damper*. Diunduh pada 6 Juli 2025. Di https://www.taylordevices.com/damper manual/

Wijanto, F. S. S. (2021). Desain Fluid Viscous Damper Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai. Prosiding Seminar Intelektual Muda, 1(1), 113–116. https://doi.org/10.25105/psia.v1i1.5928

Wijanto, F. S. S. (2021). Desain Fluid Viscous Damper Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai. Prosiding Seminar Intelektual Muda, 1(1), 113–116. https://doi.org/10.25105/psia.v1i1.5928