

Analisis Kinerja Struktur Gedung Menggunakan Fluid Viscous Damper dengan Variasi Pola Pemasangan terhadap Respon Dinamik

MAHFUDZ ADIB¹, NESSA VALIANTINE DIREDJA²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email : mahfudzadib@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemasangan Fluid Viscous Damper (FVD) terhadap kinerja seismik struktur gedung. Analisis dilakukan pada tiga model struktur: tanpa FVD, dengan FVD variasi 1, dan dengan FVD variasi 2. Metode analisis yang digunakan adalah time history analysis dengan input gempa El Centro, Iwate–Japan, dan New Zealand. Parameter yang dianalisis meliputi periode alami struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, modal partisipasi massa, dan level kinerja berdasarkan ATC-40. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan FVD menurunkan periode alami struktur hingga 63,05%, meningkatkan gaya geser dasar hingga 85,17%, serta mengurangi simpangan antar lantai sehingga memenuhi batas izin yang ditetapkan. Modal partisipasi massa mencapai lebih dari 90%, bahkan 100% pada arah tertentu dengan FVD. Level kinerja struktur berada pada kategori Immediate Occupancy (IO) baik sebelum maupun sesudah pemasangan FVD, namun variasi 2 memberikan kinerja lebih optimal dibanding variasi 1.

Kata kunci: Fluid Viscous Damper, time history, struktur beton, level kinerja struktur

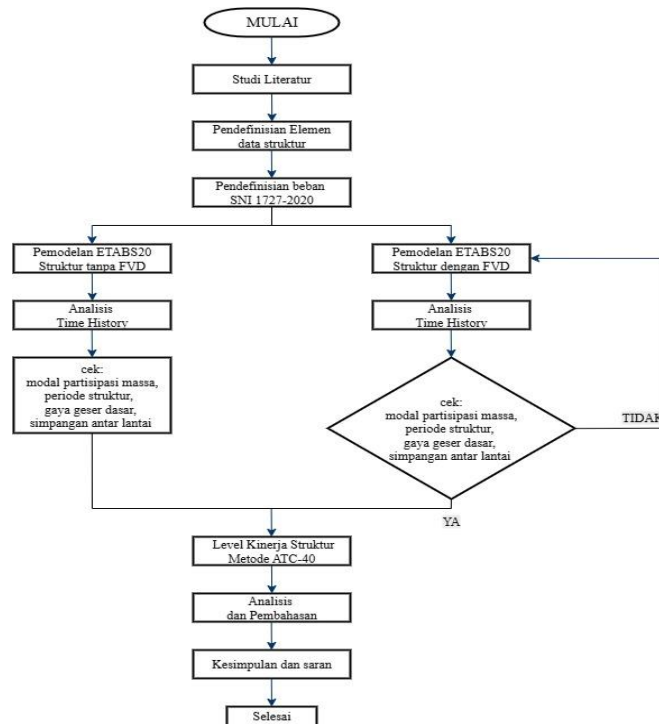
1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak di wilayah Cincin Api Pasifik dan berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama (Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik), sehingga rentan terhadap gempa bumi tektonik. Untuk mengantisipasi dampaknya, pembangunan infrastruktur di kawasan rawan gempa harus mempertimbangkan ketahanan struktur terhadap beban gempa. Seiring kemajuan teknologi konstruksi, penggunaan alat peredam gempa seperti *Fluid Viscous Damper* (FVD) semakin penting. FVD berfungsi mereduksi getaran dan simpangan struktur akibat gaya dinamis, seperti gempa bumi, dengan menyerap energi seismik.

Pemasangan FVD diharapkan mampu meningkatkan stabilitas struktur dan mengurangi risiko kerusakan. Untuk mengevaluasi efektivitasnya, salah satu metode analisis yang digunakan adalah analisis *Time History*, yaitu metode dinamis yang mempelajari respons struktur secara rinci (perpindahan, percepatan, gaya internal) terhadap rekaman gempa historis, serta mengukur kontribusi FVD dalam meningkatkan ketahanan struktur terhadap gempa. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi pola pemasangan FVD terhadap respon dinamik struktur gedung, termasuk perubahan periode alami, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, partisipasi massa, dan level kinerja berdasarkan ATC-40.

2. METODE PENELITIAN

Garis besar langkah-langkah penelitian ini disajikan dalam **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Bagan Alir

Adapun data struktur yang digunakan pada struktur gedung ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah Lantai : 7 Lantai
2. Tinggi Gedung : 30 m
 - a) Tinggi Lantai 1-2 : 4,5 m
 - b) Tinggi Lantai 3-7 : 4,2 m
3. Mutu Beton : f_c 30 MPa
4. Pelat Lantai : Tebal 130 mm

Tabel 1. Data Kolom

Lantai	Dimensi Kolom	Main Bar
1	1200 x 1200 mm	40 D25
2	1000 x 1000 mm	28 D25
3	950 x 950 mm	24 D25
4	950 x 950 mm	24 D22
5	950 x 950 mm	20 D22
6	750 x 750 mm	20 D22
7	750 x 750 mm	20 D22

Tabel 2. Data Balok

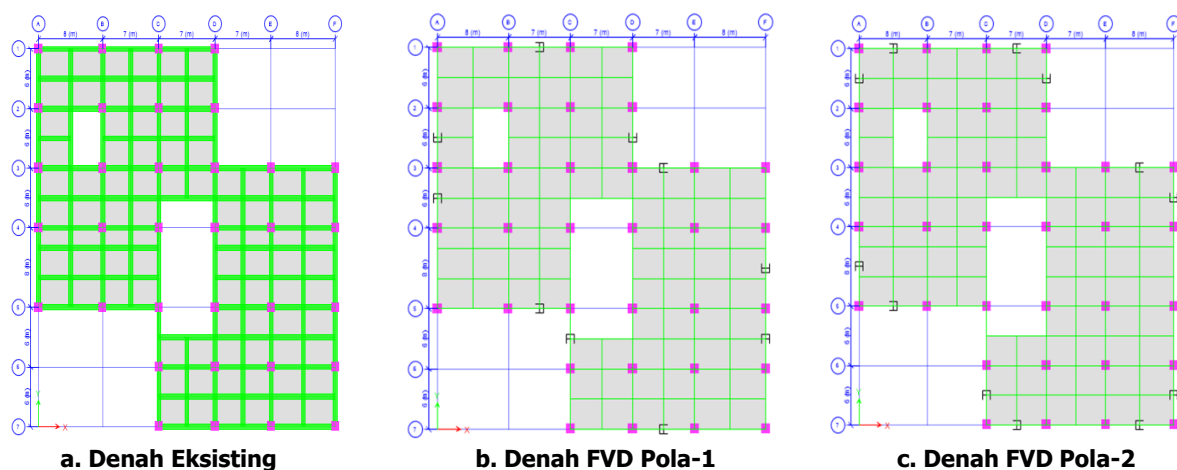
Lantai	Dimensi Balok Induk	Dimensi Balok Anak
1	650 x 1300 mm	-
2	500 x 1000 mm	-
3	500 x 1000 mm	-
4	450 x 950 mm	350 x 650 mm
5	450 x 950 mm	350 x 650 mm
6	450 x 950 mm	350 x 650 mm
7	450 x 800 mm	350 x 650 mm

Spesifikasi fluid viscous damper FVD-1000 adalah.:

- Diameter (d) : 0,210 m
- Berat (weight) : 254 kg
- Gaya Damping (F) : 100000 kg
- Kecepatan (V) : 1,2 m/s
- Ratio Damping (α) : 0,45
- Modulus Elastisitas (E) : 2×10^{10} kg/m²

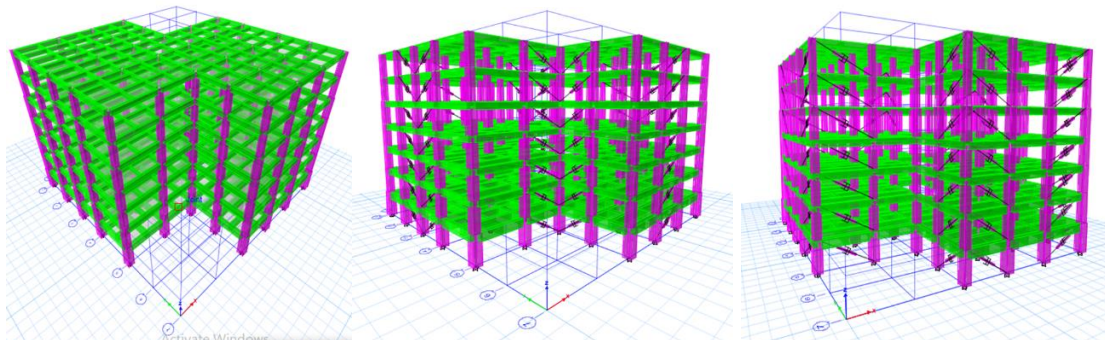
Model struktur dibuat dalam 3 variasi 2 arah sumbu (sumbu X dan sumbu Y) yaitu:

- Tanpa FVD: Struktur gedung tanpa menggunakan peredam FVD.
- Pola-1: FVD ditempatkan pada portal terluar dibagian tengah struktur. Sumbu X : portal potongan 1, portal potongan 3, portal potongan 5, portal potongan 7. Sumbu Y: portal potongan A, portal potongan C, portal potongan D, portal potongan F.
- Pola-2: FVD ditempatkan pada portal terluar dibagian tengah struktur. Sumbu X : portal potongan 1, portal potongan 3, portal potongan 5, portal potongan 7. Sumbu Y: portal potongan A, portal potongan C, portal potongan D, portal potongan F.



Gambar 2. Denah Perencanaan Pola

Berdasarkan **Gambar 2** yang merupakan denah perencanaan pola variasi FVD akan menggambarkan pemodelan struktur dengan lokasi penempatan FVD sesuai pola yang sudah ditetapkan, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut.



a. Pemodelan Eksisting

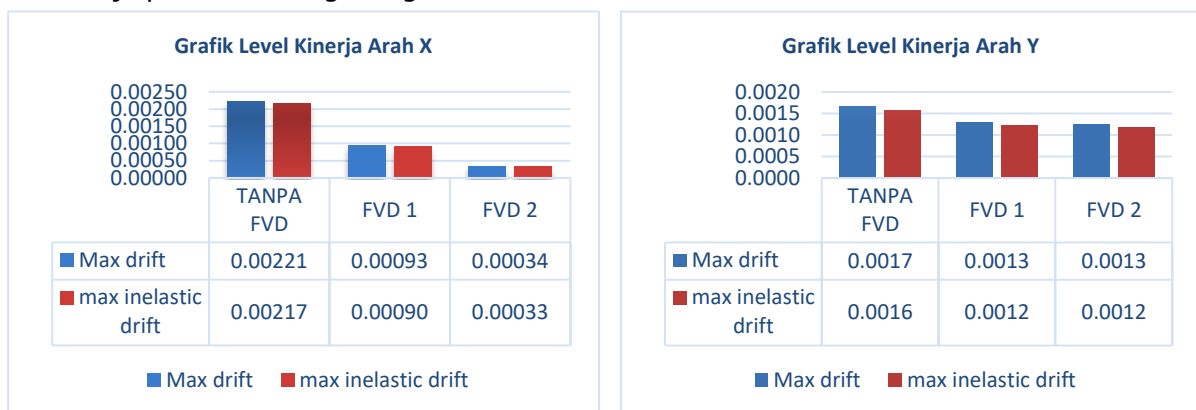
b. Pemodelan FVD 1

c. Pemodelan FVD 2

Gambar 3. Pemodelan Struktur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis level kinerja dengan menggunakan ATC-40. Dibawah ini merupakan hasil level kinerja pada struktur gedung ini.



a. Arah X

b. Arah Y

Gambar 4. Grafik Level Kinerja Struktur

Berdasarkan grafik pada **Gambar 4** seluruh model struktur sudah memenuhi kriteria *Immediate Occupancy* (IO) dengan $drift < 1\%$. Namun, FVD variasi 2 terbukti lebih efektif dibandingkan variasi 1 karena mampu menurunkan nilai drift secara signifikan, sehingga lebih direkomendasikan untuk meningkatkan stabilitas, mengurangi kerusakan, dan menjamin keselamatan bangunan saat gempa.

Parameter yang dihasilkan dari analisis ini ada modal partisipasi massa, periode struktur, gaya geser dasar, simpangan antar lantai. Nilai parameter yang dihasilkan dari ketiga model struktur dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Penelitian

Parameter	Tanpa FVD		FVD 1		FVD 2	
	arah x	arah y	arah x	arah y	arah x	arah y
Modal Partisipasi Massa (%)	93.28 Mode 10	93.41 Mode 11	91.67 Mode 13	93.79 Mode 6	92.04 Mode 12	93.86 Mode 6
Periode Getar Struktur, T (S)	1.107	1.012	0.514	0.898	0.409	0.874
Gaya Geser Dasar, V (kN)	8056.459	8738.248	14918.467	14228.250	14711.238	14616.529
Simpangan Antar Lantai Max, (mm)	49.082	39.699	19.642	26.206	7.447	25.271

Berdasarkan **Tabel 3.** tersebut menyatakan bahwa:

1. Modal Partisipasi Massa

FVD variasi 1 dan variasi 2 dalam arah Y, lebih cepat mencapai nilai minimum 90% modal partisipasi massa dari pada struktur eksistingnya yaitu pada mode ke-6. Perubahan hanya terjadi pada mode getar dominan (misalnya tanpa FVD: mode 10–11, dengan FVD berpindah ke mode 6, 12, dan 13), menunjukkan adanya pengaruh FVD terhadap bentuk mode getar utama.

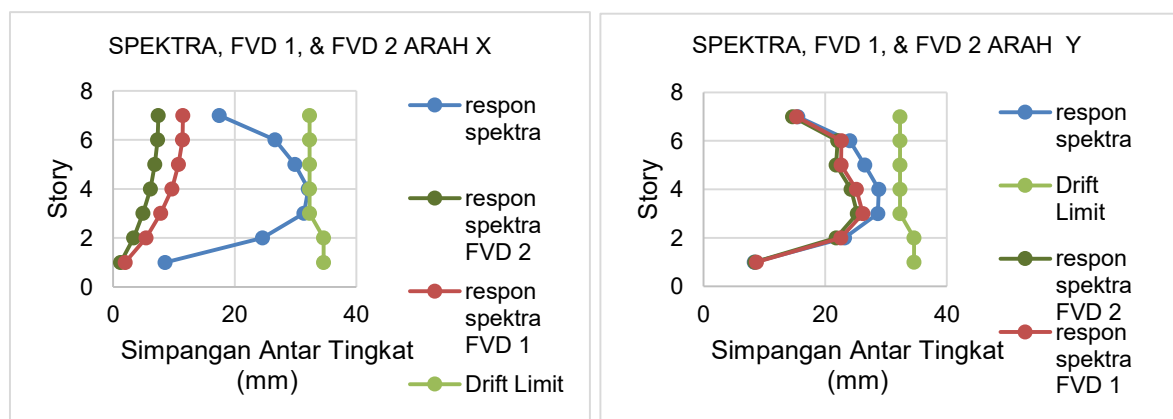
2. Periode Getar Struktur

Tanpa FVD: periode getar relatif panjang (1.107 s dan 1.012 s), Dengan FVD: periode berkurang signifikan (terendah pada FVD 2 arah x = 0.409 s). FVD meningkatkan kekakuan efektif struktur, sehingga periode getar berkurang dan bangunan menjadi lebih kaku.

3. Gaya Geser Dasar

Tanpa FVD: gaya geser dasar paling kecil (8056–8738 kN), Dengan FVD: gaya geser meningkat cukup signifikan (hingga 14918–14616 kN). Peningkatan gaya geser menunjukkan bahwa energi gempa lebih banyak diserap/dilawan oleh struktur akibat kekakuan tambahan dari FVD.

4. Simpangan Antar Lantai (*Drift*)



Gambar 5. Drift

Tanpa FVD: simpangan cukup besar (49.082 mm arah x, 39.699 mm arah y), Dengan FVD: simpangan berkurang drastis (misalnya FVD 2 arah x = 7.447 mm). Pemasangan FVD sangat efektif dalam mengurangi simpangan antar lantai, yang berarti deformasi lateral lebih terkendali sehingga kinerja seismik meningkat.

4. KESIMPULAN

Pemasangan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada struktur gedung terbukti meningkatkan kinerja seismik dibandingkan struktur tanpa FVD. Penerapan FVD menurunkan periode getar alami hingga lebih dari 50%, meningkatkan gaya geser dasar akibat bertambahnya kekakuan, serta mengendalikan simpangan antar lantai tetap di bawah batas izin. Selain itu, partisipasi massa minimum 90% terpenuhi lebih cepat, dan struktur berada pada level kinerja *Immediate Occupancy* (IO) sesuai ATC-40. Secara keseluruhan, pola pemasangan FVD variasi 2 memberikan performa paling optimal dalam meningkatkan kekakuan, mengurangi simpangan, dan memperbaiki respons struktur terhadap beban gempa.

TERIMA KASIH

Terima kasih kepada diri sendiri yang sudah kuat dalam menyelesaikan penelitian ini, terima kasih kepada kedua orang tua dan adik yang telah memberikan dukungan moral dan doa, terima kasih kepada Dosen Pembimbing Ibu Nessa Valiantine Diedja, S.T., M.T. yang sudah membimbing dengan sangat baik selama saya menyusun penelitian ini, serta terima kasih kepada semua pihak yang sudah terlibat dalam proses menyusun penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alami, Fikri, Mohd Isneini, and Madar Helmi. "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis *Time History* (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Muhammadiyah Metro)." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 10.1 (2022): 483793.
- ATC 40 – Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*
- Hajati, N. L., & Hanif, A. N. (2018). Kajian Kinerja Struktur Gedung Simetris Menggunakan Peredam Tipe *Fluid Viscous Damper*, 14.
- Muzahab, Laode Azan. "Pengaruh Pemasangan Peredam Getaran *Eksternal* Tipe *Viscous* terhadap Kinerja Struktur Gedung." *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik* 17.1 (2018): 36-47.
- Mubarok, M. Studi Efektivitas Penambahan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Bertingkat dengan Denah Tidak Beraturan untuk Meningkatkan Kinerja Seismik. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2024.
- Putra, Mayka Purnama, Mohd Isneini, and Vera Agustriana Noorhidana. "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Metode Analisis *Time History* (Studi Kasus: Apartemen Kingland Avenue Serpong)." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 9.1 (2021): 483424.
- SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa
- SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural
- SNI 1727:2020 Perancangan Bangunan Gedung