



Studi Komparasi Struktur Baja dengan Variasi Kapasitas *Fluid Viscous Damper* (Studi Kasus: Gedung Kampus ITSK Malang)

Comparative Study of Steel Structures with Varying Fluid Viscous Damper Capacities (Case Study: ITSK Malang Campus Building)

Frank Edwin Liemer¹, Ester Priskasari², Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi³

^{1,2,3}Program Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Malang, 65145

Email: frankedwin1711@gmail.com

Received: 09 Januari 2026 Revised: 26 Februari 2026 Accepted: 28 Maret 2023 Published: 28 Maret 2023

ABSTRAK

Sistem peredam energi gempa seringkali dibutuhkan bangunan bertingkat tinggi di wilayah rawan gempa untuk meningkatkan kinerja seismik. Salah satu perangkat peredam yang banyak digunakan adalah Fluid Viscous Damper (FVD) produksi Taylor Devices. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komparatif pengaruh variasi kapasitas FVD Taylor Devices terhadap respons dinamik struktur baja Gedung Kampus ITSK Malang. Model struktur tiga dimensi dikembangkan menggunakan perangkat lunak analisis struktur dengan beberapa variasi kapasitas FVD yang dipasang secara diagonal pada sistem rangka. Analisis dinamik dilakukan dengan metode respons spektrum berdasarkan ketentuan SNI 1726-2019. Parameter respons struktur yang dievaluasi meliputi simpangan antar lantai, gaya geser dasar, serta gaya dalam elemen struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas FVD secara signifikan mampu mereduksi simpangan dan percepatan struktur, namun pada kapasitas tertentu peningkatan efektivitas peredaman menjadi tidak linier. Studi ini menunjukkan bahwa pemilihan kapasitas FVD yang optimal sangat penting untuk memperoleh kinerja struktur yang efisien dan ekonomis terhadap beban gempa.

Kata kunci: Fluid Viscous Damper, Gedung Bertingkat, Respons Dinamik, Struktur Baja, Taylor Devices

ABSTRACT

Energy dissipation systems are often required in high-rise buildings located in seismic-prone regions to enhance seismic performance. One of the widely used damping devices is the Fluid Viscous Damper (FVD) manufactured by Taylor Devices. This study aims to comparatively investigate the effect of varying FVD capacities on the dynamic response of the steel structure of the ITSK Malang Campus Building. A three-dimensional structural model was developed using structural analysis software, incorporating several variations of FVD capacities installed diagonally within the frame system. Dynamic analysis was conducted using the response spectrum method in accordance with the provisions of SNI 1726:2019. The evaluated structural response parameters include interstory drift, base shear, and internal forces of structural members. The analysis results indicate that increasing FVD capacity significantly reduces structural displacement and acceleration; however, beyond a certain capacity level, the effectiveness of damping enhancement becomes non-linear. This study demonstrates that selecting an optimal FVD capacity is crucial to achieving efficient and economical seismic performance of structures.

Keywords: Dynamic Response, Fluid Viscous Damper, High-Rise Building, Steel Structure, Taylor Devices

PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang dapat menimbulkan kerusakan signifikan pada bangunan gedung, khususnya bangunan bertingkat tinggi yang berada di wilayah rawan gempa seperti Indonesia. Kondisi ini menuntut perencanaan struktur yang mampu memenuhi aspek kekuatan, kekakuan, dan daktilitas agar bangunan tetap aman saat mengalami pembebanan dinamis akibat gempa (Hajati dkk., 2018).

Salah satu metode peningkatan kinerja seismik adalah penggunaan sistem peredam energi gempa. *Fluid Viscous Damper* (FVD) merupakan peredam pasif yang bekerja dengan mendisipasi energi gempa melalui fluida viskos sehingga mampu mengurangi respons dinamik struktur tanpa meningkatkan kekakuan secara signifikan (Hajati dkk., 2018; Praja dkk., 2022). Pendekatan peningkatan kinerja struktur melalui modifikasi sistem penahan gaya lateral juga telah terbukti efektif dalam menurunkan simpangan struktur serta meningkatkan stabilitas bangunan terhadap beban gempa (Boys dan Pranata, 2026). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan FVD dapat menurunkan simpangan antar lantai, gaya geser dasar, serta meningkatkan kapasitas disipasi energi struktur dibandingkan bangunan tanpa peredam (Belbachir dkk., 2024; Muzahab dkk. 2024; Wahyu dan Arini, 2024). Selain itu, pemasangan FVD juga memengaruhi karakteristik dinamik struktur seperti periode getar alami, yang mencerminkan perubahan perilaku global struktur setelah pemasangan peredam (Pribadi dkk., 2020).

Studi komparatif terhadap sistem penahan gaya lateral menunjukkan bahwa bangunan dengan FVD dapat memberikan kinerja simpangan yang lebih baik dibandingkan sistem konvensional seperti *shear wall*, terutama pada reduksi *inter-story drift* dan peningkatan disipasi energi (Rommel dkk., 2025; Pakarti dkk., 2025). Di

sisi lain, perkembangan teknologi FVD juga mengarah pada sistem semi-aktif dan adaptif yang mampu menyesuaikan karakteristik redaman terhadap intensitas beban dinamik struktur, sehingga kontrol respons struktur menjadi lebih efektif (Zoccolini dkk., 2023).

Pada struktur baja, variasi kapasitas FVD memberikan pengaruh berbeda terhadap respons dinamik struktur. Peningkatan kapasitas *damper* dapat menurunkan simpangan dan gaya geser dasar secara signifikan, namun juga memengaruhi distribusi gaya dalam elemen struktur sehingga kapasitas *damper* perlu dipilih secara optimal (Tanaem dkk., 2025)

Berdasarkan kajian terhadap penelitian sebelumnya, masih diperlukan studi yang membahas secara komparatif pengaruh variasi kapasitas *Fluid Viscous Damper* terhadap respons dinamik struktur baja pada bangunan gedung pendidikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kapasitas FVD *Taylor Devices* terhadap respons dinamik struktur baja Gedung Kampus ITSK Malang, sehingga dapat diperoleh rekomendasi kapasitas peredam yang optimal dalam meningkatkan kinerja struktur terhadap beban gempa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan membandingkan perilaku dan kekuatan bangunan dengan beberapa variasi model *Fluid Viscous Damper Taylor Devices* dengan konfigurasi yang berbeda. Gedung Kampus ITSK Malang yang pada kondisi eksisting menggunakan struktur beton bertulang dimodelkan sebagai alternatif desain struktur baja yang terdiri dari 9 lantai dan atap. Perencanaan dan analisis struktur dilakukan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020.

Parameter nilai gempa yang digunakan dalam perencanaan struktur, yaitu nilai S_s

Studi Komparasi Struktur (Liemer/ hal. 255-263)

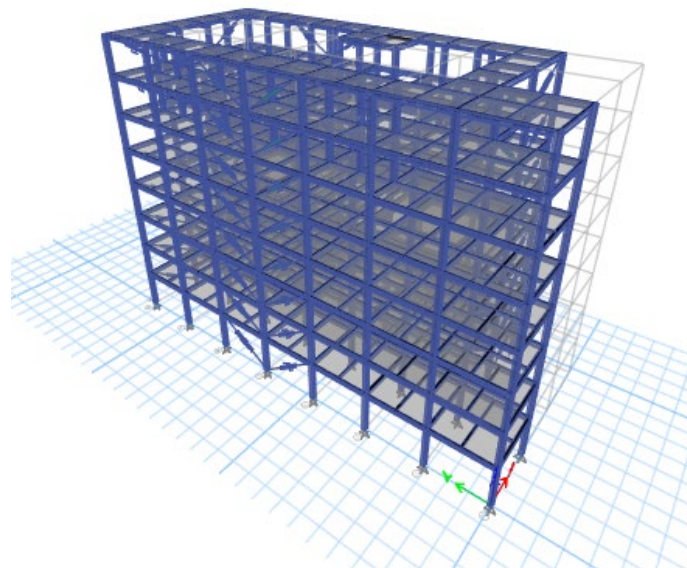
sebesar 0,89 g dan S_{D1} sebesar 0,41 g, merupakan besaran percepatan spektral respons gempa yang menjadi dasar perancangan bangunan tahan gempa sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Nilai S_s yang relatif tinggi mencerminkan besarnya percepatan spektral pada periode pendek sekitar 0,2 detik, sehingga struktur berpotensi mengalami gaya inersia lateral yang besar pada tahap awal respons gempa. Kondisi ini dapat meningkatkan simpangan dan percepatan struktur, khususnya pada bangunan bertingkat yang memiliki kontribusi respons pada rentang periode pendek hingga menengah.

Nilai S_{D1} yang cukup besar menunjukkan bahwa respons struktur pada periode menengah hingga panjang signifikan dan perlu dikendalikan. Kombinasi nilai S_s dan S_{D1} mengindikasikan perlunya sistem pengendalian respons dinamik, sehingga *Fluid Viscous Damper* (FVD) digunakan untuk mereduksi energi

gempa, simpangan, dan percepatan struktur serta meningkatkan kinerja seismik bangunan.

Elemen struktur utama bangunan terdiri dari balok dan kolom baja yang direncanakan sebagai bagian dari sistem rangka struktur gedung. Seluruh elemen balok dimodelkan menggunakan profil baja tipe WF (*Wide Flange*) dan kolom H-*Beam* dengan mutu baja SS400 atau ASTM A36 sesuai dengan ketentuan SNI 1729:2020.

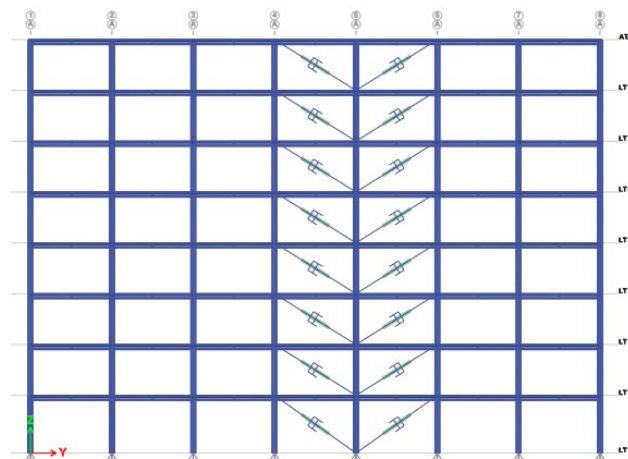
Pemodelan dan analisis struktur bangunan dengan variasi konfigurasi *Fluid Viscous Damper* pada program ETABS. Adapun hasil analisis yang diamati adalah perilaku bangunan, gaya geser dasar bangunan, simpangan antar tingkat dan gaya dalam elemen struktur balok dan kolom. Berikut kondisi eksisting bangunan, dengan ilustrasi model 3D ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model 3D Kondisi Eksisting

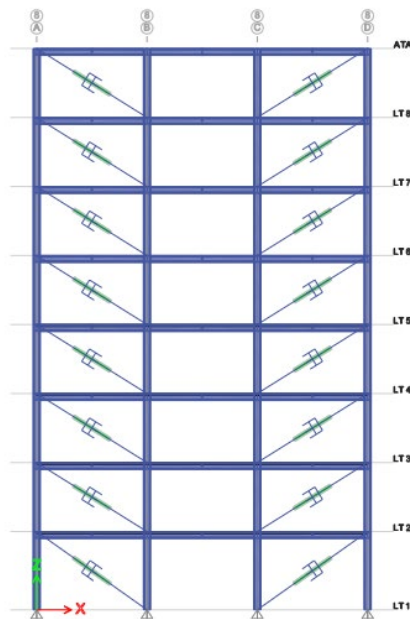
Fluid viscous damper pada model eksisting di pasang pada arah memanjang

ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 2. Potongan Memanjang

Fluid viscous damper pada model eksisting di pasang pada arah melintang ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 3. Potongan Melintang

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan penempatan *Fluid Viscous Damper* (FVD) yang dipasang secara diagonal pada sistem rangka struktur, masing-masing pada arah memanjang dan arah melintang bangunan, dengan konfigurasi yang disusun secara simetris untuk meningkatkan efektivitas pengendalian respons dinamik akibat beban gempa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fluid viscous damper yang digunakan yaitu seri 17120, 17130 dan 17140. Spesifikasi *Fluid viscous damper* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Fluid Viscous Damper*

Tipe FVD	Berat (kN)	Massa (kg)	Damping kN-s/m	Stiffness kN/m
FVD 250 kN	0.44	45	994,736	380551,4665
FVD 500 kN	0.96	98	1989,472	435714,4665
FVD 750 kN	1.6475	168	2984,208	516269,4665

Hasil gaya geser dasar dinamik harus sama dari gaya geser dasar statik. Sesuai dengan SNI 1726-2019, Jika nilai gaya geser dasar dinamik kurang dari gaya geser dasar statik, maka perlu dikalikan oleh skala faktor. Nilai gaya geser dasar

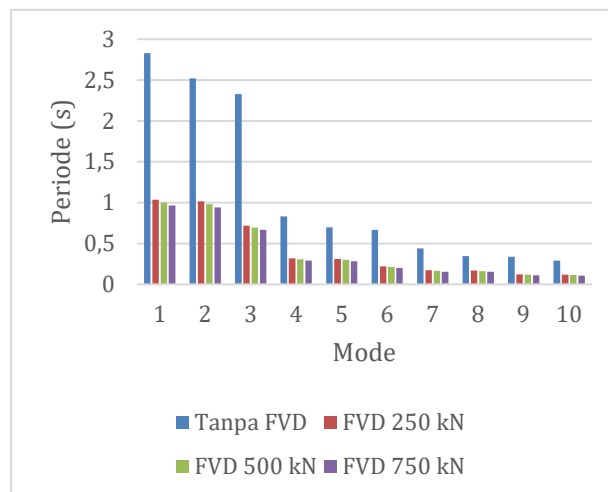
dinamik dan gaya geser statik didapatkan dari hasil analisis ETABS sebelum dilakukan skala faktor. Nilai gaya geser dinamik dan statik pada masing-masing model dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Base Shear* Statik dan Dinamik

Tipe FVD	Tanpa FVD kN	FVD 250 kN	FVD 500 kN	FVD 750 kN
eqx	2478.4377	5490.163	5492.4456	5496.788
eqy	2478.4377	5490.163	5492.4456	5496.788
Rsp _x	2476.6204	5696.8424	5743.0774	5828.9861
Rsp _y	2476.6204	5831.2086	5887.842	5993.125

Berdasarkan SNI 1726-2019, periode atau waktu getar struktur merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh struktur untuk menyelesaikan satu siklus getaran. Nilai periode ini harus memenuhi ketentuan agar struktur tidak memiliki

tingkat fleksibilitas yang berlebihan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan perangkat lunak ETABS diperoleh nilai periode struktur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



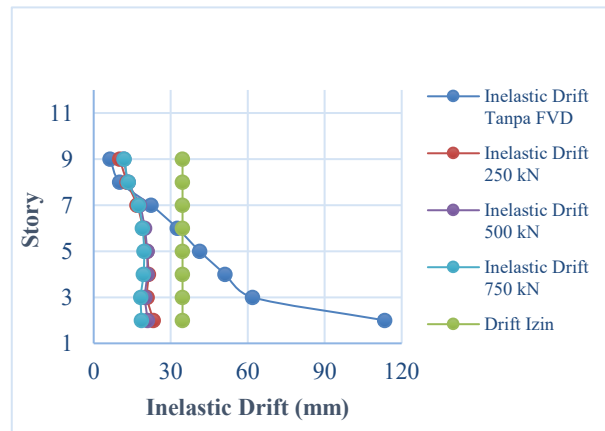
Gambar 4. Grafik Periode Struktur

Hasil analisis simpangan antar lantai (*story drift*) pada gedung kampus ITSK menunjukkan bahwa penerapan tiga tipe

FVD menghasilkan penurunan nilai simpangan antar lantai dibandingkan dengan kondisi tanpa peredam. Penurunan

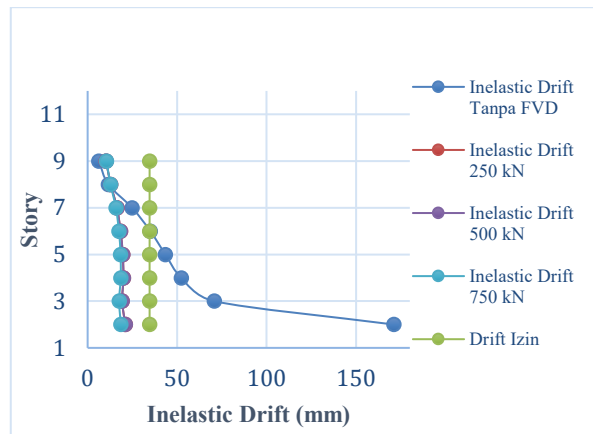
ini mengindikasikan peningkatan kekakuan dan kemampuan struktur dalam mereduksi deformasi akibat beban gempa.

Hasil analisis simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 5 untuk arah X.



Gambar 5. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X

Hasil analisis simpangan antar lantai untuk arah Y dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y

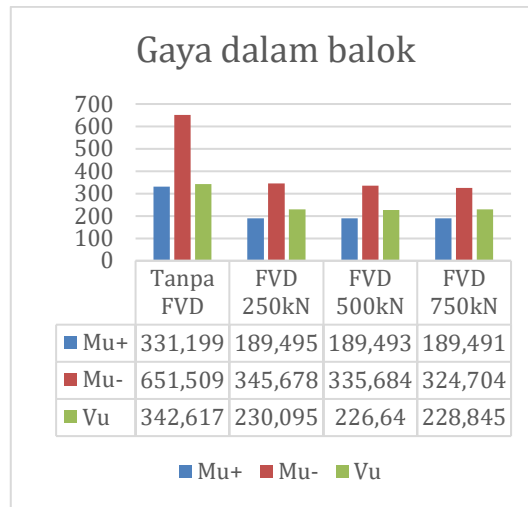
Berdasarkan Gambar 5 dan 6, pemasangan *Fluid Viscous Damper* (FVD) menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam mereduksi simpangan antar lantai. Struktur tanpa FVD mengalami simpangan inelastik terbesar, sedangkan penambahan FVD menyebabkan nilai simpangan antar lantai menurun secara konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas FVD efektif dalam mengendalikan respons lateral struktur

dan menjaga simpangan antar lantai berada di bawah batas izin.

Selanjutnya dilakukan pengecekan Gaya dalam pada penampang balok dan kolom dipilih pada salah satu balok dan salah satu kolom untuk melihat perbandingan gaya-gaya dalam elemen balok dan kolom antar model. Elemen balok hanya ditinjau gaya geser dan momen, sedangkan untuk elemen kolom yaitu gaya aksial, gaya geser dan

Studi Komparasi Struktur (Liemer/ hal. 255-263)

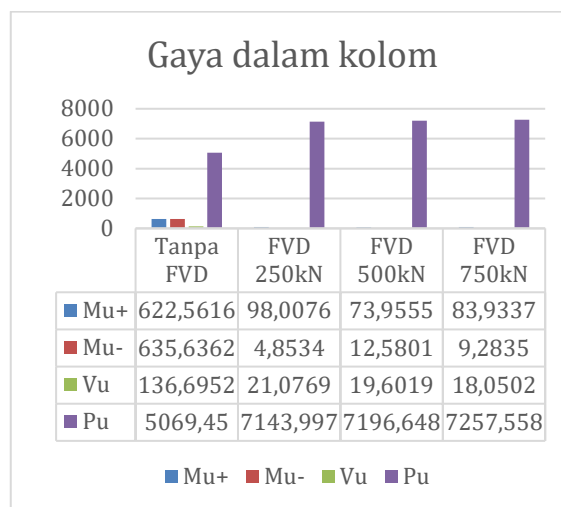
momen. Adapun perbandingan gaya pada elemen balok ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan Gaya Dalam Elemen Balok

Hasil dari Gambar 7 memperlihatkan gaya dalam balok pada lantai yang ditinjau untuk beberapa model dengan variasi kapasitas *Fluid Viscous Damper* (FVD). Momen lentur terbesar terjadi pada model tanpa FVD, dengan nilai momen negatif (Mu-) sebesar 651,51 kN·m, sedangkan momen lentur pada model dengan FVD menunjukkan nilai yang lebih kecil seiring dengan peningkatan kapasitas peredam. Selain

itu, gaya geser balok (Vu) juga mengalami penurunan pada model dengan pemasangan FVD dibandingkan model tanpa peredam. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan *Fluid Viscous Damper* berpengaruh dalam mengurangi gaya dalam elemen balok melalui pengendalian respons dinamik struktur. Sedangkan perbandingan gaya dalam elemen kolom ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Gaya Dalam Elemen Kolom

Hasil dari Gambar 8 memperlihatkan gaya dalam elemen kolom pada lantai

yang ditinjau untuk beberapa model dengan variasi kapasitas *Fluid Viscous Damper*

(FVD). Momen lentur terbesar, baik momen positif (M_u^+) maupun momen negatif (M_u^-), terjadi pada model tanpa FVD, sedangkan pada model dengan pemasangan FVD nilai momen kolom mengalami penurunan yang signifikan. Selain itu, gaya geser kolom (V_u) juga menunjukkan tren penurunan seiring dengan peningkatan kapasitas FVD. Sebaliknya, gaya aksial kolom (P_u) cenderung mengalami peningkatan pada model dengan FVD dibandingkan model tanpa peredam. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan *Fluid Viscous Damper* mampu mengalihkan sebagian respons gempa dari gaya lentur dan geser menjadi gaya aksial pada kolom, sehingga respons lateral struktur dapat dikendalikan secara lebih efektif.

SIMPULAN

Penerapan *Fluid Viscous Damper* (FVD) dengan variasi kapasitas pada struktur baja Gedung Kampus ITS Malang menunjukkan hasil yang efektif dalam meningkatkan kinerja seismik bangunan terhadap beban gempa. Pemasangan FVD terbukti mampu mereduksi simpangan antar lantai secara signifikan pada arah X dan Y dibandingkan struktur tanpa peredam, sehingga menunjukkan peningkatan kemampuan struktur dalam mengendalikan deformasi lateral akibat gempa. Selain itu, penggunaan FVD juga memengaruhi karakteristik dinamik struktur serta menurunkan momen lentur dan gaya geser pada elemen balok dan kolom, yang mengindikasikan berkurangnya tuntutan gaya akibat respons gempa. Meskipun terjadi peningkatan gaya aksial pada kolom sebagai akibat perubahan distribusi gaya dalam struktur, kondisi ini menunjukkan bahwa FVD berperan dalam menyalurkan dan mendisipasikan energi gempa secara lebih efektif. Dengan manfaat yang

diperoleh berupa pengendalian respons dinamik dan peningkatan stabilitas struktur, penggunaan *Fluid Viscous Damper* dengan kapasitas yang tepat dapat direkomendasikan sebagai solusi yang efisien dan ekonomis dalam perencanaan struktur baja gedung bertingkat tinggi di wilayah rawan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Belbachir, A., Belbachir, N., Bahar, S., Benbakhti, A., Louhibi, Z. S. M., dan Amziane, S. (2024). Unlocking Resilience: Examining the Influence of Fluid Viscous Dampers on Seismic Performance of Reinforced-concrete Structures in Earthquake-prone Regions. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 68(4), 1393–1404.
- Boys, M. S. H. B. B. dan Pranata, Y. A. (2026). Studi Komparasi Struktur Tanpa dan dengan Dinding Geser. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 21(1), 62–74.
- Hajati, N. L., Ardita, D., dan Hanif, N. (2018). Kajian Kinerja Struktur Gedung Simetris Menggunakan Peredam Tipe Fluid Viscous Damper. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(2), 123-136.
- Muzahab, L. A., Zulkarnaen, M. R., Fafaro, M. G., Sipayung, Y. R., dan Pratama, D. P. A. (2024). Peran Viskos Damper pada Struktur Gedung dengan Denah Beraturan dan Tak Beraturan terhadap Beban Gempa. *Jurnal Impresi Indonesia (JII)*, 4(8), 2784-2798.
- Pakarti, I. M. G., Santoso, E., Umniati, B. S., dan Nindyawati. (2025). Perbandingan Kinerja antara Sistem Struktur Gedung menggunakan Shear Wall dengan Sistem Struktur Gedung menggunakan Fluid Viscous Damper (Studi Kasus Gedung Research Center UPN “Veteran” Jawa Timur). *Proceedings of Life and Applied Sciences*, 5(1), 1-12.

Studi Komparasi Struktur (Liemer/ hal. 255-263)

- Praja, B. A., Avanti, J. B., Atma, U., dan Yogyakarta, J. (2022). Waktu Getar Struktur Bangunan Gedung dengan Peredam Getar Eksternal Fluid Viscous Damper. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation (JCEBT)*, 6(2), 117-123.
- Pribadi, A., Desmaliana, E., dan Fadlisha, D. T. (2020). Studi Perbandingan Respon Struktur Gedung Menggunakan Fluid Viscous Damper dengan Variasi Jumlah Lantai, 6(1), 22-32.
- Rommel, E., Tedha, A. B., dan Kumalasari, A. I. (2025). Performance Comparison of Buildings with Shear Wall System and Viscous Dampers. *Jurnal PenSil : Pendidikan Teknik Sipil*, 14(2), 356–369.
- Tanaem, C., Priskasari, E., dan Erfan, M. (2025). Studi Analisis Struktur Baja pada Gedung GKB V Universitas Muhammadiyah Malang dengan Fluid Viscous Damper (FVD). *Student Journal Gelagar*, 10(10), 1-6.
- Wahyu, A. P. dan Arini, R. N. (2024). Analisis Penggunaan *Fluid Viscous Damper (FVD)* pada Struktur Gedung. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 22(2), 51–58.
- Zoccolini, L., Bruschi, E., Cattaneo, S., dan Quaglioni, V. (2023). Current Trends in Fluid Viscous Dampers with Semi-Active and Adaptive Behavior. *Applied Sciences*, 13(18), 10358.