

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Posisi ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia. Kondisi geologis tersebut menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap bencana alam, terutama gempa bumi. Zona ini dikenal sebagai *Ring Of Fire*, di mana terdapat lebih dari 140 gunung api aktif yang dapat memicu guncangan kuat. Gempa bumi sebagai bencana dominan dapat menyebabkan kerusakan struktural, kerugian ekonomi, hingga jatuhnya korban jiwa (Danar, 2022). Secara umum, gempa bumi merupakan getaran permukaan bumi akibat pelepasan energi secara tiba – tiba dari dalam kerak bumi yang menyebabkan pergeseran atau dislokasi lapisan batuan (Putra, 2021).

Menghadapi kondisi tersebut, diperlukan perhatian khusus dalam perancangan bangunan, terutama bangunan yang berada di wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi, seperti wilayah dengan kategori gempa IV atau Kategori Desain Seismik D (KDS D). Salah satu wilayah tersebut adalah Kabupaten Blitar, Jawa Timur, yang berdasarkan SNI 1726:2019 dikategorikan dalam Kategori Desain Seismik D (KDS D) dengan jenis tanah sedang (SD). Kondisi ini menunjukkan bahwa struktur bangunan daerah tersebut harus mampu merespon gaya lateral akibat gempa secara efektif dan aman.

Dalam konteks ini, bangunan rumah sakit tiga lantai atau bangunan bertingkat rendah lainnya yang memiliki fungsi vital, seperti gedung pelayanan kesehatan memerlukan rancangan struktur yang andal terhadap beban gempa. Salah satu pendekatan modern atau inovasi dalam teknik sipil untuk meningkatkan kinerja struktur terhadap gempa adalah penggunaan alat peredam gempa, seperti *Fluid Viscous Damper* (FVD). FVD bekerja dengan mendisipasi energi dinamis akibat beban gempa melalui fluida dalam silinder, yang mengubah energi kinetik menjadi energi panas. Efeknya adalah pengurangan simpangan antar lantai, gaya geser dasar, serta respon dinamis lainnya pada struktur (Taylor dkk, 2016).

Berbagai penelitian terdahulu membuktikan bahwa FVD dapat meningkatkan kinerja seismik secara signifikan pada berbagai jenis bangunan. Pada bangunan bertingkat tinggi, Almajhali dkk (2018), menunjukkan bahwa penambahan FVD pada gedung 15 lantai mampu menurunkan gaya geser hingga 80%. Sitompul (2025), menyampaikan bahwa FVD dapat menurunkan simpangan antar lantai sebesar 32% pada gedung 10 lantai di Jakarta. Mubarok (2024), menyiratkan penurunan gaya geser hingga 54% dan simpangan antar lantai 25% pada gedung dengan denah tidak beraturan. Astyawan (2021), dalam penelitiannya membuktikan FVD dapat memberikan efek pada bangunan universitas 9 lantai penurunan gaya geser sebesar 41% dan simpangan antar lantai sebesar 44%.

Tidak hanya efektif pada bangunan bertingkat tinggi, FVD juga terbukti efisien untuk bangunan bertingkat rendah. Elwardany dkk (2021), menunjukkan bahwa FVD pada bangunan rumah sakit tiga lantai dapat mengurangi akselerasi hingga 58% dan perpindahan hingga 57%. Azhar dkk (2024), penggunaan FVD dapat memberikan daktilitas sebesar 56,24% pada bangunan dua lantai. Sementara itu, Mathew (2014), menyatakan bahwa FVD sangat efektif bila diberikan pada bangunan lantai 1 hingga lantai 3.

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan alternatif desain inovatif yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pembangunan gedung rumah sakit tiga lantai atau bangunan gedung bertingkat rendah lainnya di wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi seperti KDS D, E, dan F. Desain tersebut berupa penggabungan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan penambahan FVD, yang dipasang pada lantai dengan simpangan inelastik tertinggi berdasarkan hasil analisis dinamis menggunakan metode *Response Spectrum Analysis* dengan perangkat lunak ETABS. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan struktur terhadap gaya gempa secara signifikan tanpa mengganggu fungsi utama bangunan.

Sebagai studi kasus dalam penelitian ini, digunakan Gedung Intensive Care Unit (ICU) RSUD Ngudi Waluyo Wlingi yang sudah berdiri dengan struktur tiga lantai. Pemilihan gedung ini didasarkan pada kemiripan karakteristik fungsional dan struktural yang relevan sebagai contoh representative bangunan tingkat rendah

di daerah rawan gempa. Bangunan ini tergolong dalam kategori risiko IV, yang artinya harus tetap dapat beroperasi pada saat dan setelah terjadi gempa besar. Oleh karena itu, struktur bangunan dengan kombinasi beton bertulang dan alat peredam FVD sangat relevan untuk dikaji dan dianalisis sebagai model percontohan desain alternatif bangunan yang dikombinasikan dengan alat peredam gempa.

Beton bertulang sebagai material utama struktur memiliki keunggulan dalam kekuatan tekan serta kemampuan beradaptasi terhadap beban lateral. Kombinasi beton dan baja tulangan menjadikan struktur mampu menahan gaya – gaya yang bekerja baik secara vertikal maupun horizontal. Beton mengeras melalui proses hidrasi antara semen dan air, membentuk ikatan kuat yang mengikat agregat secara menyeluruh. Dalam tiga dekade terakhir, teknologi beton telah berkembang pesat untuk menjawab kebutuhan akan material konstruksi yang tangguh, tahan lama, dan ramah lingkungan (Lidia, 2023).

Selain itu, beton bertulang juga menawarkan kemudahan dalam pencetakan bentuk, ketahanan terhadap api, serta biaya perawatan yang rendah. Dalam konteks wilayah rawan gempa seperti Blitar, pemanfaatan beton bertulang menjadi sangat krusial dalam menjamin integritas struktural bangunan ketika terjadi gempa besar (Adin, 2024).

Untuk memperoleh hasil analisis yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, digunakan perangkat lunak ETABS untuk melakukan pemodelan 2D dan 3D struktur bangunan serta analisis statik dan dinamikanya. Melalui perangkat ini, dapat dianalisis berbagai parameter penting seperti simpangan antar lantai, gaya geser dasar, tingkat daktilitas struktur, serta kebutuhan penulangan pada elemen-elemen utama struktur seperti balok dan kolom. Analisis dilakukan berdasarkan prinsip desain kekuatan batas (*ultimate strength design*) sesuai regulasi yang berlaku.

Dengan mempertimbangkan kondisi seismik wilayah, fungsionalitas bangunan, karakteristik material, serta pemanfaatan teknologi peredam gempa, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam bentuk alternatif desain struktur bangunan rumah sakit tiga lantai atau bangunan bertingkat rendah lainnya di daerah rawan gempa. Studi kasus gedung ICU RSUD Ngudi

Waluyo Wlingi digunakan sebagai percontohan representatif, yang nantinya dapat diaplikasikan pada proyek – proyek sejenis sebagai strategi perencanaan struktur bangunan yang lebih adaptif dan tangguh terhadap gempa.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan, masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Wilayah rawan gempa memerlukan struktur bangunan yang lebih adaptif dan aman, terutama di daerah yang termasuk dalam Kategori Desain Seismik D (KDS D) berdasarkan SNI 1726:2019. Namun, masih banyak bangunan di wilayah ini yang belum menerapkan sistem struktur dengan ketahanan gempa yang optimal.
2. Bangunan bertingkat rendah seperti rumah sakit tiga lantai tetap memiliki risiko tinggi terhadap gempa, terutama karena fungsinya yang vital dan harus tetap beroperasi dalam kondisi darurat. Meski berlantai rendah, kebutuhan akan struktur yang tahan gempa tetap menjadi prioritas.
3. Belum banyak tersedia kajian mengenai penerapan FVD pada bangunan 3 lantai di wilayah yang memiliki tingkat kegempaan tinggi sebagai alternatif desain struktur tahan gempa, padahal berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa FVD mampu menurunkan gaya geser, simpangan, dan meningkatkan daktilitas secara signifikan.
4. Belum banyak tersedia opsi desain alternatif struktur tahan gempa yang spesifik ditujukan sebagai pertimbangan teknis dalam tahap perencanaan gedung RS atau fasilitas publik bertingkat rendah di wilayah gempa tinggi, padahal teknologi seperti FVD sudah terbukti efektif di berbagai jenis bangunan.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah yang akan ditinjau dalam penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efek penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada struktur Rumah Sakit Ngudi Waluyo Wlingi terhadap beban gempa?
2. Apakah penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) dapat meningkatkan efektivitas perencanaan struktur dilihat dari kebutuhan penulangan balok dan kolom?

### 1.4 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di sebutkan diatas, laporan ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui efektifitas penggunaan *Fluid Viscous Damper* dalam perencanaan struktur gedung ditinjau dari kebutuhan penulangan kolom dan balok.
2. Mengetahui efek *Fluid Viscous Damper* dalam meredam gaya lateral akibat gempa pada struktur rumah sakit.

### 1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembatasan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya melakukan perhitungan struktur Balok, Kolom dan plat beton.
2. Beban gempa dihitung menggunakan metode *response spectrum*.
3. Desain hanya berfokus pada struktur saja, tidak secara keseluruhan bangunan.
4. Penelitian ini fokus utamanya adalah perhitungan struktur dengan penambahan FVD dan tanpa penambahan FVD.
5. Tidak melakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
6. Untuk sistem struktur memakai SRPMK.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

### **1.6.1 Manfaat Internal:**

1. Mahasiswa:
  - a. Penelitian ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuan dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam desain struktur beton bertulang sistem rangka pemikul momen khusus tahan gempa dan penggunaan teknologi *Fluid Viscous Damper*.
  - b. Mahasiswa dapat mengasah kemampuan analisis, perhitungan teknis, dan penggunaan perangkat lunak struktural. Pengalaman ini bermanfaat untuk mengembangkan keterampilan praktis yang relevan dengan dunia kerja.
  - c. Penelitian ini bisa dijadikan referensi atau studi kasus yang berguna sebagai dasar penyusunan skripsi, terutama bagi mahasiswa yang tertarik pada bidang ketahanan struktur dan peredaman gempa
2. Universitas Islam Balitar Blitar :
  - a. Penelitian yang relevan dengan ketahanan gempa dan teknologi konstruksi berkelanjutan dapat meningkatkan reputasi universitas di bidang ilmu teknik sipil, khususnya di wilayah yang rawan bencana seperti Indonesia.
  - b. Hasil penelitian ini bisa dimanfaatkan sebagai materi tambahan dalam kurikulum teknik sipil, khususnya dalam mata kuliah yang berhubungan dengan struktur beton bertulang, ketahanan gempa dan teknologi peredam.
  - c. Penelitian yang melibatkan objek dunia nyata, seperti Rumah Sakit, dapat membuka peluang kerja sama dengan institusi lain dalam proyek atau penelitian lebih lanjut di bidang teknik sipil.

### **1.6.2 Manfaat Eksternal:**

1. Masyarakat :
  - a. Dengan adanya gedung rumah sakit yang lebih aman dan tahan gempa, masyarakat sekitar dapat merasa lebih aman, terutama dalam mendapatkan pelayanan kesehatan di gedung yang dirancang untuk menghadapi bencana alam.
  - b. Penelitian ini juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya teknologi konstruksi yang aman dan efisien, terutama di daerah-daerah rawan bencana seperti Blitar dan sekitarnya.

2. Instansi Rumah Sakit (RSUD Ngudi Waluyo)
  - a. Penerapan teknologi tahan gempa seperti Fluid Viscous Damper dapat membantu rumah sakit memastikan operasional bangunan tetap berjalan dan mengurangi risiko kerusakan saat gempa terjadi, sehingga mengamankan fasilitas, peralatan medis, dan pasien.
  - b. Sebagai instansi yang berkomitmen pada keselamatan, rumah sakit dapat meningkatkan citra profesionalismenya, dengan menyediakan bangunan yang dirancang sesuai dengan standar keselamatan dan ketahanan gempa.
  - c. Struktur yang tahan gempa berpotensi mengurangi biaya perbaikan atau pemeliharaan pasca-bencana, sehingga bisa menekan anggaran pemeliharaan jangka panjang.
3. Pemerintah :
  - a. Penelitian ini mendukung program pemerintah dalam membangun fasilitas umum yang kokoh terhadap bencana, sesuai dengan arahan untuk meningkatkan ketahanan infrastruktur publik.
  - b. Hasil penelitian ini dapat memberikan masukan untuk perbaikan standar konstruksi di Indonesia, khususnya dalam aspek penggunaan material baja dan peredam gempa.
  - c. Bangunan yang lebih tahan gempa dapat mengurangi potensi kerugian akibat bencana, sehingga pemerintah dapat mengalokasikan anggaran untuk sektor lain yang membutuhkan.

### 1.7 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai perencanaan struktur gedung bertingkat menggunakan alat peredam gempa seperti Fluid Viscous Damper dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Ibnu Aqil. (2010). Analisis *Fluid Viscous Damper* pada Bangunan Dua Belas Lantai akibat Gaya Gempa.
2. Liya Mathew & C Prabha. (2014). Effect Of *Fluid Viscous Dampers* In Multi-Storeyed Buildings.
3. Zulfuadi Nasution. (2017). Perencanaan FVD (*Fluid Viscous Damper*) Pada Struktur Bangunan Baja.

4. Nur Laeli, dan Ardita. (2018). Kajian Kinerja Struktur Gedung Simetris Menggunakan *Peredam Fluid Viscous Damper*.
5. Khalil Yahya Mohammed Almajhali, Bin Xu, dan Qingxuan Meng. (2018). Seismic Response Evaluation of High-Rise Building with and Without *Fluid Viscous Damper*.
6. Kiki Shahnarki. (2018). Analisis Efektifitas Pola *Fluid Viscous Damper* Pada Bangunan Bertingkat Dalam Mereduksi Respon Struktur Akibat Gaya Gempa.
7. Ferry Surya dan Sugeng Wijanto. (2019). Desain *Fluid Viscous Damper* Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai.
8. Amatulhay Pribadi, Dkk. (2020). Studi Perbandingan Respon Struktur Gedung Menggunakan *Fluid Viscous Damper* dengan Variasi Jumlah Lantai.
9. Dewa Ramadhana Astyawan. (2021). Alternatif Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) Pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
10. Hytham Elwardany, Robert Janskowski, & Ayman Seleemah. (2021). Mitigating the seismic pounding of multi-story buildings in series using linear and nonlinear *fluid viscous dampers*.
11. Taufan Wahyu. (2022). Pemodelan Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) Pada Bangunan Gedung Malang Creative Center.
12. Jessica Rebecca, dan Manalu. (2023). Analisis Penggunaan *Fluid Viscous Damper* Terhadap Beban Gempa Pada Gedung Beton Bertulang 8 Lantai.
13. Aryoseno Putra, dan Resti Nur Arini. (2024). Analisis Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Struktur Gedung.
14. Irfan Sabastian dan Rini Mulyani. (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan *Fluid Viscous Damper* Terhadap Respon Struktur Gedung.
15. Kehinde S Giwa & Akintoye O Oyelade. (2024). Effects of Fluid Viscous Damper on Reinforced Concrete Tall Building under Lateral Loading in Lagos, Nigeria.

16. M. Nauval Kharis Mubarok. (2024). Studi Efektivitas Penambahan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Bertingkat dengan Denah Tidak Beraturan untuk Meningkatkan Kinerja Seismik.
17. Morgan Lamotokana, Dkk. (2024). Analisa Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD-750) Sebagai Peredam Beban Gempa Terhadap Nilai Interstory Drift Menggunakan Metode Pushover dengan Program Bantu SAP2000 (Studi Kasus Gedung Lab.Terpadu Pendukung Blok Masela Unviersitas Pattimura).
18. Muhammad, Farrel, Azhar,. Resti, Nur, Aini,. & Fadli, Kurnia. (2024). Analisis Perbandingan *Fluid Viscous Damper* dan *Fixed Base* Terhadap Beban Siklik dengan Finite Element.
19. Andreas Maxwell Sitompul. (2025). Studi Efektivitas Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) Pada Gedung Beton Bertulang 10 Lantai Di Kota Jakarta.

## 1.8 Sistematika Penulisan

Materi – Materi yang tertera pada skripsi ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan laporan skripsi serta beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian.

3. BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan variabel penelitian, metode pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian, dan prosedur analisis data.

4. BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini berisi analisis dari hasil pengolahan data dan pembahasan mengenai perhitungan beban gempa.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah diuraikan pada bab – bab sebelumnya

6. Daftar Pustaka

7. Lampiran.

