



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kegempaan tinggi akibat pertemuan Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Kondisi ini menimbulkan risiko besar terhadap bangunan bertingkat, khususnya yang masih menggunakan sistem *fixed-base*, di mana gaya gempa langsung diteruskan ke struktur atas. Akibatnya, potensi kerusakan inelastik dan gangguan fungsi bangunan meningkat, sehingga diperlukan penerapan teknologi mitigasi gempa yang lebih efektif untuk meningkatkan ketahanan struktur di wilayah seismik tinggi.

Salah satu teknologi mitigasi gempa yang telah terbukti efektif adalah *base isolation*, yaitu teknik rekayasa seismik yang memisahkan gerakan pondasi dari superstruktur menggunakan perangkat isolator. Sistem ini memungkinkan bangunan bergerak lebih fleksibel terhadap getaran gempa sehingga gaya lateral, percepatan, dan deformasi struktur dapat direduksi secara signifikan. Beberapa negara seperti Jepang dan Amerika Serikat telah sukses menerapkan sistem ini pada gedung-gedung penting. Namun di Indonesia, penerapannya masih terbatas dan umumnya digunakan pada bangunan berfungsi vital seperti rumah sakit dan fasilitas pemerintahan. Kondisi ini mendorong perlunya penelitian lebih lanjut terkait efektivitas *base isolation* pada bangunan pendidikan dan pelayanan kesehatan yang memiliki fungsi strategis.

Gedung Perkuliahan Poltekkes Surabaya 7 lantai dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki fungsi penting sebagai fasilitas pendidikan yang dituntut untuk tetap dapat beroperasi pasca-gempa. Meskipun gedung ini berada di Surabaya, penelitian ini mengasumsikan lokasi struktur berada di Aceh, yang merupakan salah satu wilayah dengan percepatan gempa terbesar di Indonesia. Asumsi ini digunakan untuk mengevaluasi performa struktur pada kondisi seismik ekstrem yang lebih representatif bagi bangunan di zona risiko tinggi. Pada kondisi *existing*, gedung ini dirancang menggunakan sistem *fixed-base* tanpa isolasi dasar, sehingga sangat berpotensi mengalami gaya lateral besar, perpindahan antar lantai yang kritis, dan kerusakan elemen struktural apabila menerima guncangan gempa besar. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji penerapan *retrofit* menggunakan sistem *base isolation* untuk meningkatkan kinerja struktur tanpa membutuhkan modifikasi besar pada struktur gedung.

Dua jenis isolator dasar digunakan dalam penelitian ini, yaitu *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)*. *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dipilih karena memiliki redaman tinggi, karakteristik yang stabil, dan banyak digunakan pada bangunan menengah. Sementara itu, *Friction Pendulum System (FPS)* dipilih karena mampu bekerja secara efektif pada perpindahan besar dengan mekanisme pendulum yang menghasilkan periode getar panjang, sehingga dapat mereduksi gaya geser dasar secara signifikan. Penelitian Fadli M. R. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan isolator *Friction Pendulum System (FPS)* pada struktur gedung 12 lantai di Surabaya dapat menurunkan gaya

geser dasar hingga 15,68% dibandingkan kondisi *fixed-base*. Sementara itu, penelitian oleh Supriyanto (2018) melaporkan bahwa *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* terbukti mampu mereduksi percepatan struktur hingga 50% pada gempa intensitas menengah. Meskipun demikian, kedua penelitian tersebut belum mengkaji variasi rekaman gempa secara komprehensif maupun mengevaluasi perilaku dinamika inelastik bangunan secara mendalam.

Untuk memberikan penilaian performa struktur yang lebih realistis, penelitian ini menggunakan metode gempa *Nonlinear Time History Analysis (NLTHA)*. Metode ini dipilih karena mampu mensimulasikan respons dinamis struktur secara detail menggunakan berbagai rekaman gempa nyata, termasuk perilaku inelastis elemen struktur dan isolator. *Nonlinear Time History Analysis (NLTHA)* memberikan gambaran yang lebih akurat terhadap perilaku struktur dibandingkan metode lain seperti analisis statik ekuivalen atau *response spectrum*, terutama untuk bangunan yang menggunakan sistem isolasi dasar. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS V18 untuk memperoleh hasil analisis yang lebih presisi.

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman menyeluruh mengenai efektivitas penggunaan isolator *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* dalam meningkatkan ketahanan struktur gedung bertingkat terhadap gempa besar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pengembangan desain bangunan tahan gempa serta memberikan rekomendasi strategi retrofit yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan bangunan di wilayah seismik tinggi di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana efektivitas sistem isolasi *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* dalam meredam gaya lateral dan perpindahan antar lantai pada gedung bertingkat akibat gempa?
2. Bagaimana perbedaan respons dinamis struktur berupa *displacement*, *displacement ductility*, *story drift ratio*, dan *residual and transient drift* pada struktur gedung yang menggunakan sistem *fixed base*, *High Damping Rubber Bearing (HDRB)*, dan *Friction Pendulum System (FPS)* saat menghadapi gempa?
3. Bagaimana *damage state* yang dialami pada struktur *fixed-base*, *High Damping Rubber Bearing (HDRB)*, dan *Friction Pendulum System (FPS)*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Menilai dan membandingkan efektivitas *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* dalam meredam gaya lateral dan perpindahan antar lantai pada gedung bertingkat akibat beban gempa.
2. Mengidentifikasi respons dinamis berupa *displacement*, *displacement ductility*, *story drift ratio*, dan *residual and transient drift* pada struktur gedung bertingkat yang menggunakan sistem *fixed base*, *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* terhadap berbagai rekaman sejarah waktu gempa.

3. Mengidentifikasi kategori *damage state* pada struktur *fixed-base*, *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Manfaat Teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur dalam bidang teknik seismik, khususnya tentang efektivitas sistem *base isolation* tipe *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* dalam meredam gaya lateral dan perpindahan pada bangunan bertingkat. Analisis dengan metode *Nonlinear Dynamic Anylisis (NLDA)* akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku dinamis dan kinerja inelastik bangunan dengan isolator dasar, serta berkontribusi pada pengembangan desain bangunan yang lebih aman di wilayah seismik tinggi.
2. Manfaat Praktis: Penelitian ini memberikan panduan praktis bagi para insinyur dan perencana bangunan dalam memilih jenis isolator dasar yang paling efektif dan efisien untuk diaplikasikan pada gedung bertingkat di wilayah rawan gempa. Perbandingan *High Damping Rubber Bearing (HDRB)* dan *Friction Pendulum System (FPS)* akan membantu dalam menentukan pilihan sistem isolasi yang optimal berdasarkan karakteristik gempa dan efisiensi biaya, sehingga dapat meningkatkan keamanan struktural bangunan serta mengurangi risiko kerusakan struktural dan biaya pemulihan pasca-gempa.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Analisis struktur menggunakan metode *Nonlinier Dynamic Analysis* berbasis *Nonlinear Time History Analysis (NLTHA)* dengan bantuan software ETABS V18.
2. Analisa beban gempa menggunakan SNI 1726-2019.
3. Analisa tidak meliputi biaya, waktu, dan metode pelaksanaan.
4. Analisa tidak meliputi arsitektural dan MEP.
5. Objek yang dianalisis menggunakan Gedung Perkuliahan 7 Lantai di Surabaya dan tidak memperhitungkan struktur basement.
6. Gedung diasumsikan terletak di Aceh.



Halaman ini sengaja dikosongkan