

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknik konstruksi bangunan tinggi saat ini semakin maju, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan gedung-gedung bertingkat sebagai pusat kegiatan ekonomi, komersial, dan sosial di berbagai wilayah. Bangunan bertingkat tinggi tidak hanya menjadi simbol pertumbuhan kota, tetapi juga berfungsi vital sebagai pusat layanan dan aktivitas masyarakat. Namun, pada gedung bertingkat tinggi, faktor keselamatan struktur terhadap gempa menjadi salah satu aspek krusial yang harus diperhatikan dalam proses desain.

Indonesia, sebagai negara yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), memiliki tingkat risiko gempa bumi yang sangat tinggi. Salah satu kota di Indonesia yang termasuk wilayah dengan tingkat aktivitas seismik cukup tinggi adalah Padang, Sumatera Barat. Kota Padang berada sangat dekat dengan zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia, menjadikannya daerah rawan gempa besar, seperti yang pernah terjadi pada tahun 2009. Karena itu, pemilihan Padang sebagai lokasi penelitian menjadi sangat relevan dan strategis. Selain itu, sebagai kota berkembang dengan banyak pembangunan gedung bertingkat, diperlukan pendekatan desain struktur yang mampu meningkatkan ketahanan bangunan terhadap guncangan gempa bumi.

Salah satu tantangan utama dalam mendesain struktur gedung tinggi di kawasan rawan gempa adalah ketika gedung tersebut memiliki ketidakberaturan massa, baik dalam arah vertikal maupun horizontal. Ketidakberaturan massa dapat

terjadi akibat variasi beban pada tiap lantai, bentuk bangunan yang asimetris, atau penggunaan elemen struktural yang berbeda-beda di berbagai bagian gedung. Ketidakberaturan ini berpotensi menyebabkan deformasi struktur yang tidak seragam saat gempa terjadi, meningkatkan risiko kerusakan seperti "*soft story*" bahkan kegagalan struktural secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk meminimalkan dampak negatif dari ketidakberaturan massa pada bangunan.

Secara sederhana, ketidakberaturan massa dapat diartikan sebagai kondisi di mana distribusi berat bangunan tidak merata antar lantai. Misalnya, ketika satu lantai memiliki dinding beton lebih tebal, beban peralatan berat, atau fungsi ruangan yang berbeda dibanding lantai lainnya. Akibat perbedaan ini, pusat massa bangunan tidak berada pada garis lurus vertikal, sehingga saat terjadi gempa, gaya inersia yang timbul di tiap lantai menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan tersebut menyebabkan sebagian bagian bangunan bergerak lebih besar dibanding bagian lain, yang akhirnya meningkatkan risiko terjadinya simpangan berlebih atau bahkan kerusakan lokal pada struktur.

Salah satu teknologi yang terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan struktur terhadap gempa adalah penggunaan *base isolator*. Teknologi ini telah diterapkan secara luas di berbagai negara, termasuk Jepang, Amerika Serikat, dan Turki, dengan hasil yang memuaskan. Pada tahun 1980-an, teknologi isolasi dasar mulai diterapkan, dan kini sekitar 100 struktur dengan teknologi tersebut dibangun setiap tahun di Jepang, dengan jumlah totalnya telah melampaui seribu bangunan.(Shinozaki *et al.*, 2004). Teknologi ini bekerja dengan prinsip

memisahkan gerakan tanah akibat gempa dari struktur bangunan, sehingga mengurangi gaya inersia yang diterima oleh struktur. Berbagai jenis base isolator telah dikembangkan, antara lain *High Damping Rubber Bearing* (HDRB), *Lead Rubber Bearing* (LRB), dan *Friction Pendulum System* (FPS).

Dalam penelitian ini, *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) dipilih sebagai jenis *base isolator* yang digunakan dengan pertimbangan keunggulan teknis dan ekonomis dibandingkan alternatif lainnya. *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) memiliki kemampuan meredam deformasi besar tanpa kehilangan kapasitas dukung, sangat sesuai untuk struktur dengan ketidakberaturan massa yang cenderung mengalami deformasi besar saat terjadi gempa. Selain itu, *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) menawarkan sistem yang lebih sederhana dan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan LRB atau FPS yang mengandung komponen mekanis lebih kompleks. Sifat peredamannya yang tinggi membuat *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) sangat efektif untuk mengurangi simpangan antar-lantai, mengendalikan percepatan, serta menurunkan respon frekuensi bangunan, sehingga memberikan perlindungan tambahan pada struktur dan keselamatan penghuni.

*High Damping Rubber Bearing* (HDRB) juga terbukti dapat memperpanjang periode natural struktur dibandingkan jenis *Lead Rubber Bearing* (LRB) dimana pada jenis *Lead Rubber Bearing* (LRB) periode natural struktur yang didapat hanya 4,229 detik. Kemudian, pada tipe *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) menjadi 4,273 detik. Dilihat dari aspek-aspek yang ditinjau seperti gaya

gesek dasar, momen, gaya aksial, dan gaya geser struktur juga kinerja *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) juga lebih bagus. (Fakrunnisa & Hayu, 2022)

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa *base isolator* efektif dalam mengurangi gaya geser, deformasi lateral, dan momen yang dialami oleh struktur, pada bangunan. Penggunaan *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) menunjukkan perpindahan peningkatan perpindahan dasar hingga 59% (arah x) dan 44% (arah y), serta pengurangan gaya geser sebesar 35% (arah x) dan 15% (arah y). Dimana hal ini menegaskan bahwa bahwa isolator dasar tidak hanya mengurangi kerusakan akibat gempa, tetapi juga menjaga fungsi bangunan pasca-gempa, sehingga relevan untuk desain struktur tahan gempa. (Zarkasi *et al.*, 2024)

Walaupun penelitian mengenai *base isolator* secara umum sudah cukup banyak, kajian tentang efektivitas *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) khususnya pada bangunan dengan ketidakberaturan massa di wilayah gempa tinggi seperti Padang masih sangat terbatas. Mengingat bahwa ketidakberaturan massa sering terjadi pada bangunan komersial dan perkantoran, penelitian ini menjadi penting untuk memperdalam pemahaman mengenai performa struktur semacam ini dengan penggunaan *base isolator High Damping Rubber Bearing* (HDRB).

Analisis akan difokuskan pada beberapa parameter penting seperti simpangan antar-lantai (*interstory drift*), percepatan struktur (*acceleration*), dan respon frekuensi bangunan terhadap gempa. Dengan pendekatan analisis dinamik berdasarkan metode respon spektrum dan standar desain gempa Indonesia, yaitu SNI 1726:2019, diharapkan hasil penelitian ini mampu memberikan kontribusi

nyata dalam pengembangan desain gedung tahan gempa di Indonesia, khususnya pada daerah-daerah rawan seperti Padang.

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh data dan pemahaman yang komprehensif terkait keuntungan dan keterbatasan penerapan *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) pada bangunan bertingkat dengan ketidakberaturan massa. Hasil penelitian dapat menjadi referensi praktis bagi para insinyur sipil dan perencana struktur dalam merancang bangunan yang lebih aman, efektif, dan ekonomis di wilayah rawan gempa.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, permasalahan yang diidentifikasi pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bangunan bertingkat dengan ketidakberaturan massa cenderung mengalami deformasi yang tidak seragam saat terjadi gempa, sehingga meningkatkan risiko kerusakan struktural yang serius;
2. Ketahanan struktur terhadap gempa pada bangunan tidak beraturan massa memerlukan pendekatan teknologi khusus, salah satunya adalah dengan penggunaan *base isolator* untuk mereduksi dampak gempa secara signifikan;
3. *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) dinilai sebagai salah satu jenis *base isolator* yang unggul secara teknis dan ekonomis, khususnya untuk struktur bangunan dengan ketidakberaturan massa, namun performanya perlu dikaji lebih lanjut;

4. Penelitian mengenai efektivitas *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) pada bangunan dengan ketidakberaturan massa di wilayah gempa tinggi seperti Kota Padang masih terbatas, sehingga perlu dilakukan studi yang lebih mendalam;
5. Analisis struktur dilakukan menggunakan metode respon spektrum, dengan acuan gempa rencana berdasarkan SNI 1726:2019, serta fokus pada parameter respon struktur.

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada struktur bangunan bertingkat yang memiliki ketidakberaturan massa, tanpa mempertimbangkan ketidakberaturan lainnya;
2. Jenis *base isolator* yang dikaji dalam penelitian ini dibatasi pada *High Damping Rubber Bearing* (HDRB), tanpa perbandingan dengan jenis *base isolator* lainnya;
3. Analisis struktur dilakukan menggunakan metode respon spektrum, dengan acuan gempa rencana berdasarkan SNI 1726:2019, serta fokus pada parameter respon struktur.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan analisis masalah dan batasan yang telah ditetapkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai periode struktur bangunan antara gedung tanpa *base isolator* (*fix base*) dan gedung dengan *base isolator* yang memiliki ketidakeberaturan massa?
2. Berapakah nilai gaya geser struktur bangunan antara gedung tanpa *base isolator* (*fix base*) dan gedung dengan *base isolator* yang memiliki ketidakeberaturan massa?
3. Berapakah nilai simpangan struktur bangunan antara gedung tanpa *base isolator* (*fix base*) dan gedung dengan *base isolator* yang memiliki ketidakeberaturan massa?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka diperoleh tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan nilai periode struktur antara gedung tanpa *base isolator* dan gedung dengan *base isolator* pada kondisi ketidakberaturan massa;
2. Mengetahui perbedaan nilai gaya geser struktur antara gedung tanpa *base isolator* dan gedung dengan *base isolator* pada kondisi ketidakberaturan massa;
3. Mengetahui perbedaan nilai simpangan antara gedung tanpa *base isolator* dan gedung dengan *base isolator* pada kondisi ketidakberaturan massa.

#### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. **Secara Teoritis**, penelitian ini memperkaya literatur tentang analisis respons dinamis bangunan akibat ketidakberaturan massa dan efektivitas *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) dalam mereduksi dampak gempa, serta menjadi referensi untuk studi desain struktur tahan gempa.
2. **Secara Praktis**, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi apakah *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) efektif pada struktur dengan ketidakberaturan massa, tetapi juga dapat memberikan wawasan lebih luas dalam bagaimana sistem isolasi dasar mempengaruhi respons seismik pada struktur yang tidak ideal secara konfigurasi massa.