

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tren pembangunan gedung bertingkat di berbagai kota di Indonesia kian meningkat setiap tahunnya. Hal ini dipicu oleh berbagai macam faktor seperti urbanisasi, peningkatan populasi, dan kebutuhan akan ruang komersial dan hunian (Wena, M. 2019). Jumlah penduduk di Indonesia mengalami kenaikan sebesar 1,04% dengan total kenaikan penduduk berjumlah 2,9 juta jiwa terhitung sampai bulan Juni tahun 2024 dan akan terus meningkat setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik Nasional, 2024). Dengan adanya fenomena ini pembangunan gedung secara vertikal atau bertingkat merupakan salah satu solusi dalam pemecahan masalah tersebut. Namun, meningkatnya pembangunan vertikal ini juga berhadapan dengan tantangan besar, yakni potensi risiko gempa bumi, mengingat Indonesia terletak di wilayah cincin api Pasifik yang rawan aktivitas seismik.

Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Indonesia mengalami sekitar 6.000 gempa bumi setiap tahun dengan variasi magnitudo dan kedalaman. Pada tahun 2023, tercatat sebanyak 10.983 gempa, di mana 25 di antaranya menyebabkan kerusakan (Rismawati, R., 2019). Dengan adanya frekuensi gempa yang tinggi, yang mencapai ribuan kali setiap tahunnya ini kebutuhan akan desain bangunan yang tahan terhadap gaya gempa menjadi semakin mendesak. Oleh karena itu perlu direncanakan bangunan gedung bertingkat dengan teknologi dan desain struktural yang lebih canggih sehingga dapat secara efektif menahan gaya gempa yang terjadi.

Penggunaan struktur *fixed base* merupakan metode yang umum diterapkan dalam perencanaan struktur gedung bertingkat. Namun, struktur ini dianggap kurang efisien dalam menahan gaya gempa. Menurut penelitian yang dilakukan oleh M. Afif Salim dan M. Sofi Ardhani (2019) terhadap perbaikan struktur beton bertulang, dinding, dan baja pasca-gempa Lombok 2018 yang mana sebagian besar adalah bangunan dengan struktur *fixed base*, ditemukan bahwa penyebab kerusakan pada struktur beton bertulang pasca gempa adalah:

- Kapasitas geser struktur bangunan yang rendah akibat jumlah kolom dan dinding geser yang tidak mencukupi.
- Retak pada kolom atau balok yang terjadi akibat gaya geser berlebih.
- Kerusakan pada kolom yang dipengaruhi oleh elemen non-struktural.
- Terpisahnya beton dari tulangan baja.
- Kegagalan geser pada sambungan antara balok dan kolom.
- Kerusakan yang terpusat pada lantai tertentu akibat distribusi kekakuan yang tidak merata di seluruh bangunan.
- Pelepasan elemen sekunder, seperti dinding, akibat keterikatan struktural yang kurang optimal.

Penelitian ini menjadi bukti dasar bahwa penggunaan struktur *fixed base* dianggap kurang efisien dalam menahan gaya gempa yang terjadi. Dengan demikian para insinyur terus berinovasi dan berlomba untuk menciptakan metode terbaru guna meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa. Salah satu solusi yang semakin mendapatkan perhatian adalah penggunaan sistem ganda dalam struktur bangunan bertingkat. Sistem ganda menggabungkan kerangka rangka baja dan dinding geser, sebuah kombinasi yang mampu memberikan dukungan lebih kuat terhadap beban gempa. Sistem ini menawarkan kekuatan tambahan untuk menahan gaya gempa, mengurangi deformasi struktural, dan meningkatkan kestabilan bangunan (Daud Rahmat Wiyono 2020). Pada saat Indonesia menghadapi tantangan urbanisasi pesat dan kebutuhan akan gedung-gedung tinggi, sistem ganda menjadi pilihan yang menjanjikan untuk memastikan keselamatan penghuni gedung.

Selain sistem ganda, pendekatan inovatif lainnya yang semakin banyak diperbincangkan adalah *Base Isolation System* (Sistem Base Isolasi). Isolasi dasar merupakan elemen bantalan karet dengan kekuatan tinggi yang ditempatkan di antara pondasi dan struktur bangunan (Kencanawati, N. N., et. al 2023). Terdapat beberapa macam tipe base isolasi salah satunya yaitu *Lead Rubber Bearing* (LRB). *Lead Rubber Bearing* (LRB) adalah alat anti-seismik yang terdiri dari karet dengan lapisan pelat baja di atas dan bawahnya, serta *lead* (perunggu) di bagian tengah. LRB dirancang untuk menahan gerakan gempa dari semua arah horizontal (Annisa Retno Palupi., et al 2023). Sistem ini telah terbukti efektif di berbagai kota rawan gempa seperti Tokyo dan Los Angeles (Dhirendra Patel et al., 2024), sehingga dapat menjadi

salah satu opsi yang menjanjikan jika diterapkan pada gedung-gedung penting di Indonesia.

Dalam penelitian ini, dianalisa model bangunan berukuran 50x20 meter yang dibedakan menjadi tiga kategori gedung berdasarkan ketinggian bangunan yang berbeda yaitu, gedung rendah (kurang dari 40 meter), gedung sedang (sekitar 40 meter), dan gedung tinggi (lebih dari 40 meter). Pendekatan ini memungkinkan dalam mengeksplorasi efek dari variabel dimensi yang berbeda, yang sering kali diabaikan dalam mendesain bangunan gempa. Hal ini mencakup bagaimana perbedaan ketinggian gedung (dari rendah, sedang, hingga tinggi) berinteraksi dengan gaya lateral akibat gempa. Model bangunan ini berfungsi untuk menguji bagaimana distribusi gaya gempa dapat berubah-ubah berdasarkan ketinggian bangunan.

Melalui pendekatan yang menggabungkan teknik perhitungan dan model numerik ini, diharapkan dapat ditemukan solusi desain yang lebih efektif dalam mengurangi kerusakan bangunan akibat gempa. Dengan adanya fenomena gempa yang semakin sering terjadi, penelitian ini menjadi sangat relevan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja bangunan selama gempa, sehingga dapat menghasilkan bangunan gedung tidak hanya indah dan fungsional, tetapi juga lebih aman, terutama di negara dengan risiko gempa tinggi seperti Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek periode fundamental pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi?
2. Bagaimana perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek gaya geser dasar pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi?

3. Bagaimana perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek simpangan, drift storey pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi?
4. Bagaimana perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek simpangan, drift ratio pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek periode fundamental pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi.
2. Mengetahui perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek gaya geser dasar pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi.
3. Mengetahui perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek simpangan, drift storey pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi.
4. Mengetahui perilaku dan respon dinamik berdasarkan aspek simpangan, drift ratio pada bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode penahan gempa sistem ganda dan base isolasi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural dan Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa yang berlaku di Indonesia.
2. Pembebanan gempa dilakukan berdasarkan peraturan yang terdapat pada SNI 1726-2019 tentang Persyaratan Pembebanan Gempa pada Bangunan Gedung.
3. Model bangunan yang digunakan adalah bangunan dengan denah 50x20 meter yang dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan ketinggian:

gedung rendah (kurang dari 40 meter), gedung sedang (sekitar 40 meter), dan gedung tinggi (lebih dari 40 meter).

4. Pengaruh torsi bangunan tidak dibahas dalam penelitian ini, karena asumsi bahwa distribusi beban gempa simetris dan torsi tidak signifikan dalam model yang digunakan.
5. Tipe sistem ganda yang digunakan adalah *Shearwall* dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk memberikan ketahanan lebih terhadap gaya gempa.
6. Sistem base isolasi yang digunakan adalah *Lead Rubber Bearing* (LRB) yang efektif dalam mereduksi getaran gempa horizontal.
7. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model bangunan yang ditetapkan untuk wilayah Kota Lombok di Nusa Tenggara Barat, mengingat daerah tersebut sering terkena gempa besar dan rawan gempa.
8. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis teknis desain struktural dan tidak membahas aspek biaya atau metode pelaksanaan konstruksi.
9. Gambar penulangan struktur tidak dibahas dalam penelitian ini, karena fokus penelitian adalah pada analisis kinerja struktural bangunan dalam menahan gaya gempa.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengeksplorasi bagaimana perbedaan ketinggian pada bangunan gedung bertingkat dapat mempengaruhi distribusi gaya gempa dan dampaknya terhadap kerusakan struktural. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan baru dalam perencanaan desain gedung bertingkat di wilayah rawan gempa di Indonesia, dengan memperhitungkan tidak hanya material dan teknologi, tetapi juga faktor dimensi dan ketinggian.
2. Untuk mengevaluasi dan menguji kinerja bangunan gedung bertingkat yang menggunakan teknologi baru (seperti sistem ganda dan *base isolation*) dalam menghadapi gempa magnitudo tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan data dan wawasan yang lebih dalam tentang keandalan sistem

dan material baru di daerah rawan gempa, serta untuk menilai dampaknya terhadap keselamatan dan fungsionalitas bangunan pasca-gempa.

3. Untuk menyediakan data yang lebih kuat dan terperinci bagi peraturan dan standar konstruksi bangunan di Indonesia, terutama dalam hal ketahanan terhadap gempa. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi yang dapat digunakan oleh pemerintah dan pihak berwenang dalam memperbarui regulasi bangunan gedung sesuai dengan kebutuhan dan ancaman gempa yang ada.
4. Untuk mengungkap potensi inovasi teknologi konstruksi yang dapat digunakan di masa depan untuk membuat bangunan gedung bertingkat lebih tahan terhadap gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan besar mengenai masa depan desain bangunan di Indonesia yang menghadapi ancaman gempa yang semakin meningkat.

