

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang rentan terhadap bencana gempa bumi akibat posisinya yang berada di pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina. Aktivitas tektonik di wilayah ini sering memicu gempa yang berpotensi menimbulkan kerusakan infrastruktur yang signifikan serta menyebabkan kerugian besar, baik dalam bentuk korban jiwa maupun harta benda (Arrasyid dkk, 2023.). Oleh karena itu, perancangan struktur bangunan di Indonesia harus mempertimbangkan ketahanan terhadap gempa agar dapat meminimalkan risiko kerusakan dan korban jiwa. Dalam konteks ini, analisis kinerja struktur bangunan bertingkat menjadi krusial untuk memastikan keamanan dan stabilitasnya.

Dalam dunia konstruksi, penyesuaian fungsi bangunan sering kali mengharuskan adanya modifikasi pada desain struktural. Salah satu modifikasi yang umum dilakukan adalah penambahan lantai mezzanine, yaitu lantai antara yang terletak di antara dua lantai utama (Paulay & Priestley, 1992). Menurut Cherian dkk. (2011), penambahan lantai mezzanine yang merupakan lantai tambahan di antara dua lantai utama dapat mengubah distribusi massa bangunan secara signifikan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan ketidakteraturan vertikal yang mempengaruhi perilaku seismik struktur. Menurut Boore dkk. (2014), perubahan konfigurasi massa dan kekakuan akibat mezzanine dapat meningkatkan respons lokal seperti simpangan antar tingkat (*interstory drift*) serta gaya geser dasar (*base shear*).

Salah satu implikasi utama dari modifikasi ini adalah potensi terbentuknya efek kolom pendek (*short column effect*), yang terjadi ketika tinggi efektif kolom berkurang akibat kehadiran lantai tambahan. Kondisi ini membuat kolom menjadi lebih kaku dan cenderung menerima gaya geser lebih besar, sehingga lebih rentan mengalami kerusakan saat terjadi gempa (Loganantham, 2017).

Beberapa penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh IAEME (2019) menunjukkan bahwa penambahan mezzanine dapat meningkatkan *base shear* hingga 15–30% tergantung posisi dan kekakuanannya. Menurut Siregar (2022), pengaruh ini juga berimplikasi pada perubahan *mode shape*, terutama pada lantai-lantai di sekitar mezzanine. Menurut Putra (2021), dalam beberapa kasus mezzanine dapat memperpendek periode fundamental bangunan, sehingga meningkatkan percepatan puncak yang diterima struktur.

Salah satu permasalahan struktural yang paling krusial akibat keberadaan efek kolom pendek adalah munculnya kerusakan geser pada elemen kolom. Kolom dengan tinggi efektif yang terbatas cenderung mengalami peningkatan gaya geser secara signifikan, yang kemudian memicu konsentrasi tegangan tinggi pada elemen tersebut. Kondisi ini berpotensi menyebabkan terbentuknya retak-retak geser diagonal dan bahkan keruntuhan mendadak, khususnya ketika bangunan menerima beban gempa. Dengan adanya lantai lunak gedung berisiko mengalami simpangan antar tingkat yang berlebihan yang dapat meningkatkan potensi terjadinya keruntuhan lokal maupun progresif (Prayuda, 2022).

Untuk menganalisis dampak penambahan mezzanine terhadap kinerja seismik bangunan, digunakan dua metode utama, yaitu analisis modal dan analisis time history memanfaatkan data akselerogram gempa nyata untuk mengevaluasi respons bangunan secara rinci dalam domain waktu (Clough & Penzien, 2015). Menurut E3S Conferences (2023), penggunaan analisis time history lebih akurat dalam menggambarkan perbedaan respons struktur dengan dan tanpa mezzanine dibandingkan metode respons spektrum, karena mempertimbangkan urutan kejadian dan fase getaran. Menurut Keskin (2024), pemilihan dan penyesuaian (*scaling*) data gempa sangat menentukan validitas hasil analisis. Metode ini memungkinkan identifikasi simpangan antar tingkat, distribusi gaya geser, serta potensi kerusakan lokal secara detail.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh lantai mezzanine terhadap periode getar, bentuk mode getar, dan partisipasi massa struktur berdasarkan analisis modal?
2. Bagaimana pengaruh lantai mezzanine terhadap simpangan (displacement), *drift* antar lantai, dan gaya geser dasar (*Base shear*) berdasarkan analisis time history?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui dampak penambahan lantai mezzanine terhadap periode getar, bentuk mode getar, dan partisipasi massa struktur berdasarkan analisis modal.
2. Mengetahui dampak penambahan lantai mezzanine terhadap simpangan (displacement), *drift* antar lantai, dan gaya geser dasar (*Base shear*) berdasarkan analisis time history.

### **1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

1. Pembebanan struktur serta analisis struktur menggunakan beban gempa berdasarkan SNI 1727:2020 (Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung dan non Gedung SNI 1726:2019
3. Analisis dinamik linier dengan metode *Time history Analysis* diterapkan untuk mengevaluasi respons struktur terhadap percepatan gempa pada tingkat gempa rencana.
4. Software yang digunakan dalam analisis data adalah ETABS
5. Analisis hanya dilakukan pada struktur atas struktur gedung.
6. Lantai mezzanine terdapat pada lantai 2 hingga lantai 6 struktur gedung.
7. Pemodelan struktur 3D dimensi kolom, balok, dan pelat mengikuti desain yang sudah ada berdasarkan detail engineering design (DED) gedung

8. Rekaman gempa (akselerogram) yang digunakan, antara lain: gempa Kobe (1995) di Jepang, gempa Chi-chi (1999) di Taiwan, gempa Tabas (1978) di Iran, dan gempa Alaska (2002) di Amerika
9. Penelitian ini berfokus pada parameter kinerja seismik, termasuk displacement, simpangan antar lantai (*drift*), gaya geser dasar struktur.

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengembangkan kemampuan untuk menganalisis struktur gedung sesuai dengan standar yang berlaku, khususnya dalam konteks keamanan dan ketahanan bangunan.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu dinamika struktur, khususnya dalam kajian perilaku seismik gedung bertingkat yang mengalami modifikasi geometri berupa penambahan lantai mezzanine.
3. Menambah literatur dan referensi ilmiah mengenai evaluasi struktur bangunan eksisting yang dimodifikasi, yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan metode analisis dan desain lanjutan.
4. Memperluas pemahaman terkait pengaruh efek kolom pendek dan tingkat lunak terhadap performa struktur saat menerima beban gempa.

## 1.6 Metode Penelitian

Studi ini menerapkan analisis dinamis nonlinear dengan metode *Time history* untuk mengevaluasi kinerja struktur gedung bertingkat tanpa lantai *mezzanine* dan dengan lantai mezzanine terhadap beban gempa. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif, di mana data numerik berupa respons struktur terhadap input gempa digunakan untuk menganalisis perilaku struktur secara menyeluruh.

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS 21, yang berfungsi sebagai alat bantu untuk memodelkan geometri struktur, mendefinisikan properti material, dan melakukan analisis struktur terhadap beban statis maupun dinamis. Dalam studi ini, analisis difokuskan pada *mode shape* yang terjadi pada kedua jenis struktur dalam analisis modal. Dan dilanjutkan dengan analisis *Time history*.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi akselerogram gempa, serta konfigurasi mezzanine berdasarkan asumsi layout arsitektural yang umum diterapkan di gedung bertingkat sebagai gedung parkir. Data ini dimasukkan ke dalam ETABS untuk dilakukan simulasi *Time history Analysis*. Output yang dianalisis mencakup displacement, simpangan antar tingkat (*interstory drift*), gaya geser (*Base shear*) struktur guna mengevaluasi apakah struktur memenuhi kriteria kinerja berdasarkan konsep performa seismik.