

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia sering mengalami gempa bumi dengan skala yang cukup besar. Setiap kali terjadi gempa, banyak bangunan mengalami kegagalan struktur, yang disebabkan oleh faktor perencanaan dan pelaksanaan yang kurang baik, atau bahkan karena bangunan tersebut tidak dirancang untuk tahan terhadap gempa. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pemahaman dan penerapan prinsip rekayasa struktur yang tepat dalam menghadapi beban gempa.

Salah satu perkembangan dalam dunia konstruksi yang banyak diterapkan pada bangunan modern, khususnya dalam bangunan industri dan komersial, adalah penggunaan lantai mezzanin. Lantai mezzanin telah membawa perubahan signifikan dalam pemanfaatan ruang pada berbagai lingkungan industri maupun komersial. Mezzanin kini menjadi bagian penting dalam infrastruktur modern, kehadirannya menawarkan solusi yang efisien dan fleksibel dalam memaksimalkan ruang yang tersedia, serta mampu mendukung berbagai fungsi dalam satu bangunan (Sunil Solanki and Chandak, 2024). Namun, meskipun fungsional, keberadaan lantai mezzanin dapat memengaruhi karakteristik struktural bangunan secara keseluruhan.

Salah satu permasalahan yang muncul akibat keberadaan lantai mezzanin adalah ketidakterusan elemen struktur. Ketidakterusan ini menjadi salah satu faktor yang dapat berdampak negatif terhadap kinerja bangunan saat mengalami gempa. Diskontinuitas dapat terjadi pada elemen struktural horizontal maupun vertikal. Bentuk diskontinuitas yang umum dijumpai adalah diskontinuitas pada pelat lantai. Pelat lantai dapat mengalami pemutusan pada tingkat tertentu dalam bangunan, disebabkan oleh berbagai hal. Salah satu penyebab utama diskontinuitas pelat tersebut adalah keberadaan lantai mezzanin (Işık et al., 2022). Fenomena ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap respons struktur akibat pengaruh ketidakterusan tersebut.

Untuk memahami perilaku dinamis struktur akibat gangguan seperti diskontinuitas elemen, diperlukan pendekatan analitis yang mendalam. salah satu pendekatan yang digunakan adalah analisis modal. Analisis modal secara teoritis pada model padat bertujuan untuk menggambarkan respons dinamis suatu struktur melalui representasi dalam bentuk mode getaran, yang dikenal sebagai model modal. Model ini terdiri dari sejumlah frekuensi alami, faktor redaman, dan bentuk getaran alami (*mode shape*) yang mencerminkan karakteristik getaran struktur. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman menyeluruh terhadap berbagai bentuk getaran yang mungkin dialami struktur saat dikenai eksitasi dinamis (Lengvarský and Bocko, n.d.). Informasi dari hasil analisis modal, seperti mode shape, sangat penting untuk mengidentifikasi titik lemah dan merancang strategi mitigasi terhadap kerusakan.

Sebagai tindak lanjut dari analisis modal, analisis pushover digunakan untuk mengevaluasi perilaku nonlinier struktur ketika menghadapi beban lateral. Analisis *pushover* digunakan untuk mengevaluasi perilaku struktur bangunan di bawah beban lateral yang meningkat secara bertahap hingga mencapai kondisi keruntuhan. Prosedur analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi respons keruntuhan struktur bangunan akibat beban gempa. Dalam studi ini, digunakan metode *Pushover Analysis* berdasarkan pedoman ATC-40 (Zebua et al., 2020). Analisis *pushover* membantu dalam menentukan titik kinerja dan level kinerja struktur, yang penting untuk memastikan bahwa bangunan dapat memenuhi persyaratan keselamatan selama dan setelah kejadian gempa. Dengan menggabungkan hasil analisis modal dan *pushover*, perancang dapat memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kapasitas dan kelemahan struktur bangunan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas, terdapat beberapa masalah yang menjadi fokus penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Seberapa besar perbedaan karakteristik *mode shape* pada gedung tanpa lantai mezzanin dan gedung menggunakan lantai mezzanin?

2. Seberapa besar hasil evaluasi kinerja struktur bangunan gedung dinas kesehatan provinsi DKI Jakarta berdasarkan analisis *static non linear (pushover)*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, terdapat tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui perbedaan karakteristik mode shape pada gedung tanpa lantai mezzanin dan gedung menggunakan lantai mezzanin.
2. Mengetahui hasil evaluasi kinerja struktur bangunan gedung dinas kesehatan provinsi DKI Jakarta berdasarkan analisis *static non linear (pushover)*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa didapatkan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan kajian evaluasi kinerja struktur bangunan gedung menggunakan analisis *statik nonlinier (metode pushover)*.
2. Menambah literatur teknik sipil, khususnya pada aspek analisis struktur dengan kondisi khusus (adanya lantai mezzanin) berdasarkan pedoman ATC-40.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa atau peneliti lain yang ingin mengkaji pengaruh lantai mezzanin terhadap kinerja seismik struktur gedung.
4. Memberikan gambaran kepada praktisi teknik sipil (konsultan perencana dan kontraktor) mengenai dampak keberadaan lantai mezzanin terhadap kinerja struktur gedung bertingkat.
5. Membantu proses evaluasi dan pengambilan keputusan terkait desain ulang (*retrofitting*) atau perkuatan struktur, khususnya pada gedung *eksisting* yang memiliki lantai mezzanin.
6. Menjadi acuan awal dalam merencanakan struktur bangunan gedung tahan gempa dengan pertimbangan kinerja yang optimal.

### 1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah serta penelitian ini tidak mengambang dari tujuan penelitian awal maka dibuatlah batasan penelitian sebagai berikut:

1. Analisis struktur dan pembebanan terhadap gaya gempa dilakukan dengan ketentuan SNI 1727:2020 (Beban Desain Minimum dan Kriteriais 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 modal digunakan untuk mendapatkan *mode shape* struktur gedung dengan dan tanpa lantai mezzanin.
4. Evaluasi kinerja struktur menggunakan metode *pushover* berdasarkan ATC-40.
5. Analisis struktur dengan menggunakan bantuan *software* ETABS V22.
6. Analisis yang dilakukan adalah struktur utama gedung.

### 1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur yang berkaitan dengan struktur gedung bertingkat, lantai mezzanin, dan analisis pushover, serta pedoman evaluasi performa struktur berdasarkan ATC-40. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data struktur gedung, yang mencakup informasi geometrik bangunan, properti material (mutu beton dan baja), serta data pembebanan seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai standar SNI.

Setelah data terkumpul, dilakukan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak analisis struktur seperti SAP2000 atau ETABS. Model struktur disusun secara tiga dimensi dengan memperhitungkan keberadaan lantai mezzanin dan ditambahkan sendi plastis pada elemen-elemen tertentu untuk menggambarkan perilaku nonlinier.

Selanjutnya dilakukan analisis modal secara teoritis pada model padat bertujuan untuk menggambarkan respons dinamis suatu struktur melalui representasi dalam bentuk mode getaran, yang dikenal sebagai model modal. Model

ini terdiri dari sejumlah frekuensi alami, faktor redaman dan bentuk getaran alami (*mode shape*) yang mencerminkan karakteristik getaran struktur.

Langkah selanjutnya adalah penerapan analisis pushover, yaitu analisis statik nonlinier dengan pembebanan lateral bertahap menggunakan pola distribusi linier dan segitiga. Dari analisis ini diperoleh kurva kapasitas, yang kemudian digunakan untuk penentuan titik performa struktur dengan metode kapasitas-spektrum.

Terakhir, dilakukan evaluasi kinerja struktur berdasarkan kriteria ATC-40, untuk menentukan tingkat kinerja gedung seperti *Immediate Occupancy* (IO), *Life Safety* (LS) atau *Collapse Prevention* (CP). Penelitian ini diakhiri dengan penyusunan penutup dan saran yang merangkum hasil evaluasi serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan maupun aplikasi praktis di lapangan.

### 1.7 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis modal, mode shape struktur tanpa mezzanin dan dengan mezzanin menunjukkan karakteristik yang serupa. Hal ini dibuktikan oleh nilai *Modal Assurance Criterion* (MAC) sebesar 1.000, menandakan bahwa bentuk getar dominan pada kedua model struktur identik. Kesamaan ini mengindikasikan bahwa keberadaan lantai mezzanin tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik dinamik global struktur, khususnya pada pola getaran utama yang mendominasi respons gempa bangunan.

Hasil evaluasi kinerja struktur menunjukkan bahwa bangunan tanpa mezzanin pada arah X tidak dapat dikategorikan tingkat kinerjanya karena analisis pushover berhenti sebelum mencapai kondisi leleh global. Namun, pada arah Y dengan nilai maksimum total drift sebesar 0,00518 mm, struktur termasuk dalam tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Sementara itu, gedung dengan mezzanin menunjukkan nilai maksimum total *drift* sebesar 0,00381mm pada arah X dan 0,00478 mm pada arah Y, yang keduanya juga berada pada tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Meskipun demikian, keberadaan lantai mezzanin memengaruhi mekanisme keruntuhan awal struktur, di mana kolom-kolom di sekitar area ramp mengalami kondisi plastis lebih awal dibandingkan elemen balok, sehingga perlu menjadi perhatian khusus dalam perencanaan dan detailing struktur.