

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat potensi bahaya gempa bumi yang sangat tinggi karena berada pada kawasan Cincin Api Pasifik serta di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik (Indah Cahyani et al., 2022). Kondisi tektonik tersebut menyebabkan wilayah Indonesia, khususnya Provinsi Sumatera Barat, memiliki tingkat kerawanan gempa yang signifikan. Kota Padang sebagai ibu kota provinsi terletak relatif dekat dengan zona subduksi aktif antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia, sehingga berisiko tinggi mengalami gempa bumi berkekuatan besar. Kondisi ini menuntut agar perencanaan dan evaluasi infrastruktur di wilayah tersebut memperhatikan secara serius aspek ketahanan struktur terhadap beban gempa, terutama pada bangunan bertingkat yang difungsikan sebagai sarana pendidikan.

Bangunan pendidikan merupakan salah satu jenis bangunan dengan tingkat kepentingan yang tinggi karena berfungsi sebagai fasilitas utama kegiatan belajar-mengajar dan menampung jumlah penghuni yang besar, khususnya pelajar dan mahasiswa. Selain sebagai tempat aktivitas pendidikan, bangunan ini juga berperan penting dalam mendukung keberlangsungan sosial dan pembangunan sumber daya manusia. Oleh karena itu, keselamatan penghuni pada bangunan pendidikan menjadi prioritas utama, terutama ketika bangunan tersebut berada di wilayah rawan gempa. Bangunan pendidikan diharapkan tidak hanya mampu mencegah terjadinya keruntuhan saat gempa kuat, tetapi juga tetap berada dalam kondisi struktural yang terkendali sehingga tidak menimbulkan risiko serius bagi keselamatan penghuninya.

Kota Padang memiliki cukup banyak bangunan bertingkat, termasuk bangunan pendidikan, yang berpotensi mengalami kerusakan akibat gempa bumi. Tantangan utama yang dihadapi bangunan bertingkat akibat beban

gempa adalah terjadinya perpindahan struktur, pergeseran lateral puncak bangunan dari pondasi, serta munculnya simpangan antar lantai (*interstory drift*) yang berlebihan (Ismail F A, 2012). Respons tersebut bisa menyebabkan kerusakan struktural hingga non-struktural yang signifikan apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Dampak daripada gempa bumi tidak hanya pada kerusakan fisik bangunan, tetapi juga menimbulkan kerugian sosial dan ekonomi yang besar. Berdasarkan data BPBD Kota Padang (2019), gempa besar yang melanda Sumatera Barat pada tahun 2009 mengakibatkan kerusakan lebih dari 250.000 unit bangunan, termasuk bangunan pendidikan. Gempa tersebut juga menyebabkan korban jiwa sebanyak 1.117 orang meninggal dunia, 1.214 orang luka berat, 1.688 orang luka ringan, serta satu orang dinyatakan hilang yang tersebar di beberapa kota dan kabupaten. Peristiwa ini menegaskan pentingnya upaya mitigasi bencana gempa bumi, khususnya melalui perencanaan dan evaluasi struktur bangunan yang mampu meminimalkan kerugian dan menjamin keselamatan penghuni.

Beban gempa merupakan beban dinamis yang dihitung berdasarkan respons gerak tanah di lokasi bangunan, yang direpresentasikan melalui spektra respons percepatan batuan dasar, yaitu parameter  $S_s$  untuk periode pendek dan  $S_1$  untuk periode 1 detik, sebagaimana diatur dalam SNI 1726:2012. Pengaruh beban gempa terhadap struktur umumnya dievaluasi melalui parameter periode getar alami struktur ( $T$ ) dan simpangan antar lantai (*drift*). Nilai periode getar yang terlalu besar menunjukkan tingkat kekakuan struktur yang rendah, sedangkan simpangan antar lantai yang berlebihan mengindikasikan potensi kerusakan struktur yang tinggi. Apabila nilai-nilai tersebut melampaui batas yang direkomendasikan, maka risiko terjadinya kerusakan berat hingga keruntuhan struktur akan meningkat (Topkaya & Kurban, 2009).

Untuk meningkatkan kinerja seismik bangunan bertingkat, khususnya dalam mengendalikan simpangan lateral dan menurunkan periode getar alami struktur, salah satu solusi yang umum diterapkan adalah penggunaan dinding geser (*shear wall*). Keberadaan dinding geser

memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kekakuan lateral struktur serta pengurangan simpangan antar lantai, sehingga struktur menjadi lebih stabil terhadap beban gempa (Teguh & Pratama, 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem rangka–dinding geser (dual system) mampu secara efektif meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan beban lateral serta meredam energi gempa, bahkan pada kondisi gempa kuat (Khand et al., 2025).

Dalam konteks bangunan pendidikan di daerah rawan gempa, peningkatan kinerja struktur menjadi sangat penting agar bangunan tetap berada pada kondisi yang aman bagi penghuni setelah terjadi gempa kuat. Evaluasi terhadap bangunan eksisting sering kali menunjukkan bahwa kinerja struktur belum memenuhi tingkat kinerja yang diharapkan untuk bangunan dengan fungsi dan tingkat kepentingan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya perkuatan struktur melalui retrofitting untuk meningkatkan kinerja seismik bangunan. Retrofitting dengan penambahan dinding geser merupakan salah satu metode yang dinilai efektif untuk meningkatkan kekakuan dan kapasitas lateral struktur, sehingga mampu menurunkan simpangan dan mengendalikan tingkat kerusakan akibat gempa.

Untuk memahami perilaku struktur terhadap beban gempa, salah satu pendekatan analisis yang banyak digunakan adalah Pushover Analysis. Metode ini merupakan analisis statis nonlinier di mana beban lateral diterapkan secara bertahap hingga struktur mencapai kondisi leleh atau kapasitas ultimitnya (Ashwini et al., 2022). Hasil analisis ini disajikan dalam bentuk kurva kapasitas yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan atap, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kinerja dan mekanisme keruntuhan struktur (Federal Emergency Management Agency, 2000; Masrilayanti et al., 2021).

Analisis pushover selanjutnya dapat dikembangkan menjadi kurva fragilitas untuk menilai tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa secara probabilistik. Kurva fragilitas menggambarkan peluang terjadinya kerusakan struktur pada berbagai tingkat intensitas gempa, sehingga

memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai risiko kerusakan bangunan (Baker, 2015). Klasifikasi tingkat kerusakan dalam penelitian ini mengacu pada pedoman HAZUS-MH, yang membagi tingkat kerusakan menjadi rusak ringan (*slight*), rusak sedang (*moderate*), rusak berat (*extensive*), dan runtuh (*collapse*) (FEMA, 2013).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berjudul **“Studi Komparasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Lima Lantai dengan dan tanpa Dinding Geser Menggunakan Kurva Fragilitas”**. Penelitian ini memodelkan bangunan pada dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan kondisi setelah dilakukan retrofitting dengan penambahan dinding geser. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v.22.2.0, dengan evaluasi kinerja struktur melalui metode Pushover Analysis. Hasil analisis kemudian dikembangkan menjadi kurva fragilitas berdasarkan metodologi HAZUS untuk menilai efektivitas retrofitting dalam meningkatkan kinerja seismik bangunan pendidikan di daerah rawan gempa.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja struktur gedung terhadap beban gempa menggunakan pendekatan Pushover Analysis. Adapun tujuan khusus penelitian ini meliputi :

- a. Menentukan perbandingan tingkat kerentanan struktur gedung dengan desain *eksisting* dan *retrofitting* dinding geser menggunakan metode *pushover analysis*.
- b. Menghasilkan kurva kapasitas dan kurva fragilitas sebagai representasi tingkat kerusakan struktur gedung terhadap intensitas gempa.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis dan praktis, antara lain sebagai berikut :

- a. Memberikan wawasan ilmiah tentang analisis kerentanan struktur beton bertulang terhadap beban gempa menggunakan



metode pushover *analysis* dan pengembangan kurva fragilitas, baik pada kondisi eksisting maupun setelah dilakukan *retrofitting* dengan penambahan dinding geser.

- b. Menjadi kontribusi dalam pengembangan metode perancangan dan evaluasi struktur bangunan tahan gempa yang lebih akurat dan berbasis performa (*performance-based design*).
- c. Memberikan gambaran efektivitas penerapan dinding geser dalam meningkatkan kekakuan dan kapasitas struktur terhadap beban lateral akibat gempa.
- d. Menyediakan data empiris mengenai tingkat kerentanan struktur bangunan berdasarkan skenario intensitas gempa, yang dapat digunakan dalam kajian mitigasi bencana dan perencanaan *retrofitting* bangunan eksisting.
- e. Memperkuat kesiapan infrastruktur di wilayah rawan gempa seperti Kota Padang dalam menghadapi potensi gempa di masa mendatang, sehingga dapat meminimalkan risiko kerugian ekonomi dan sosial.
- f. Menambah referensi bagi penelitian lanjutan mengenai analisis kerentanan struktur dan penerapan *retrofitting* menggunakan elemen dinding geser pada bangunan beton bertulang.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batas kajian yang ditentukan untuk memastikan fokus penelitian tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Batasan masalah dirancang agar pembahasan tidak meluas ke aspek-aspek yang berada di luar fokus penelitian. Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemodelan satu struktur beton bertulang lima lantai sebagai studi kasus yang dianalisis pada dua kondisi, yaitu kondisi eksisting (tanpa dinding geser) dan kondisi pasca-*retrofitting* dengan penambahan dinding geser.
- b. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan terhadap struktur dengan software SAP 2000 versi 22.2.0.

- c. Struktur yang dianalisa merupakan struktur atas bangunan (Balok, Kolom) dengan dan tanpa dinding geser. Sedangkan struktur bawah (pondasi) diasumsikan dalam keadaan terkekang sempurna (*Fixed*).
- d. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Pushover Analysis* tanpa membandingkan dengan metode analisis lain.
- e. Pembebanan struktur adalah dari berat sendiri struktur (*Dead load*), beban hidup (*Live Load*), beban gempa (*Earthquake load*), mati tambahan (SIDL), dan kombinasi pembebanan.
- f. Data material bahan ( $f'_c$  dan  $f_y$ ) digunakan berdasarkan data perencanaan struktur kondisi eksisting pada gedung beton bertulang lima lantai yang menjadi objek pemodelan.
- g. Kurva fragilitas hasil studi hanya dapat berlaku untuk model gedung beton bertulang lima lantai yang digunakan dalam penelitian ini dan tidak dapat digeneralisasikan untuk tipe bangunan lain.

