

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1. 1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), dimana aktivitas seismiknya sangat tinggi karena pertemuan dan interaksi beberapa lempeng tektonik. Oleh karena itu, Indonesia sering mengalami gempa bumi. Berikut adalah beberapa gempa bumi signifikan yang tercatat dalam sejarah Indonesia:

- a. Gempa Bumi Sumatra (2004): Gempa bumi besar dengan magnitudo 9.1-9.3 terjadi di lepas pantai Sumatra pada 26 Desember 2004. Gempa ini menyebabkan tsunami besar yang merusak banyak wilayah di sepanjang pantai Samudra Hindia, termasuk Indonesia, Sri Lanka, India, Thailand, dan negara-negara sekitarnya. Tragedi ini dikenal sebagai "Tsunami Aceh" karena Aceh merupakan salah satu wilayah yang paling parah terkena dampaknya.
- b. Gempa Bumi Yogyakarta (2006): Pada 27 Mei 2006, gempa bumi dengan magnitudo 6.3 mengguncang Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Gempa ini menyebabkan kerusakan yang signifikan, termasuk kerugian jiwa dan ribuan bangunan hancur.
- c. Gempa dan Tsunami Mentawai (2010): Gempa dengan magnitudo 7.7 terjadi di lepas pantai Kepulauan Mentawai pada 25 Oktober 2010. Gempa ini diikuti oleh tsunami yang merusak pulau-pulau di sekitarnya.
- d. Gempa Bumi Aceh (2016): Pada 7 Desember 2016, gempa bumi dengan magnitudo 6.5 mengguncang Aceh. Meskipun tidak sekuat gempa tahun 2004, tetapi masih menyebabkan kerusakan dan menelan korban jiwa.
- e. Gempa Lombok (2018): Serangkaian gempa bumi mengguncang Pulau Lombok dan sekitarnya pada Juli dan Agustus 2018. Gempa terbesar memiliki magnitudo 7.0 dan menyebabkan kerusakan parah, termasuk korban jiwa dan ribuan orang kehilangan tempat tinggal.

Perlu dicatat bahwa Indonesia sering mengalami gempa bumi lebih kecil secara teratur karena letaknya yang berada di zona subduksi dan transformasi lempeng tektonik yang aktif (*Ring of Fire*). Sejumlah besar gempa kecil atau sedang ini dapat terjadi tanpa

menimbulkan kerusakan besar. Dalam hal ini, Pemerintah Indonesia terus berupaya meningkatkan sistem peringatan dini dan kesiapsiagaan untuk mengurangi risiko bencana seismik.

Gempa bumi dapat menyebabkan berbagai jenis kerusakan, tergantung pada magnitudo gempa, kedalaman, jarak ke permukaan, serta kondisi geologi dan infrastruktur di daerah yang terkena dampak. Beberapa kerusakan umum yang dapat disebabkan oleh gempa bumi adalah:

- a. Kerusakan bangunan; gempa bumi dapat merusak struktur bangunan, terutama jika bangunan tersebut tidak dirancang untuk menahan getaran seismik. Bangunan yang tidak memenuhi standar konstruksi anti-gempa memiliki risiko tinggi mengalami keretakan, roboh, atau bahkan hancur.
- b. Runtuhnya tanah dan longsor; gempa dapat menyebabkan runtuhnya tanah dan longsor, terutama di daerah dengan topografi curam. Tanah yang longsor dapat menutupi jalan, pemukiman, atau infrastruktur lainnya.
- c. Tsunami; gempa bumi di dasar laut dapat menyebabkan pergeseran vertikal di dasar laut, menciptakan gelombang tsunami. Tsunami adalah gelombang laut yang dapat merusak pesisir, menghancurkan bangunan, dan menyebabkan banjir di wilayah pantai.
- d. Kerusakan infrastruktur; gempa dapat merusak infrastruktur kritis seperti jembatan, jalan, pelabuhan, dan fasilitas air dan listrik. Ini dapat menghambat upaya penanganan darurat dan pemulihan.
- e. Kerusakan pipa dan saluran; gempa dapat merusak pipa gas, air, dan saluran sanitasi, menyebabkan kebocoran atau pemutusan. Ini dapat mengancam keselamatan warga dan memperparah dampak bencana.
- f. Kerusakan sosial dan ekonomi; gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan sosial dan ekonomi yang signifikan dengan menghancurkan mata pencaharian, menciptakan kekurangan pangan dan air, serta menyebabkan krisis kesehatan.

Penting untuk memiliki rencana darurat, **membangun infrastruktur yang tahan gempa**, dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang tindakan keselamatan selama gempa untuk mengurangi risiko dan dampaknya. Sistem peringatan dini juga penting untuk memberikan peringatan cepat kepada penduduk yang berada di daerah yang mungkin terkena dampak tsunami atau gempa berpotensi merusak.

Dalam rangka membangun infrastruktur yang tahan gempa, khusus untuk struktur gedung, maka *Performance-Based Seismic Design* (PBSD) harus diterapkan dengan baik. Dengan menerapkan PBSD, tingkat kinerja tertentu yang ingin dicapai ditentukan sesuai dengan tingkat bahaya gerakan tanah tertentu. Sasaran kinerja yang direkomendasikan untuk bangunan baru dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Standard structural performance levels berdasarkan Standard ASCE/SEI 41

Pada dasarnya sangat sulit untuk memprediksi kinerja gempa secara tepat untuk bangunan yang belum dibangun. Hal ini dikarenakan setiap gempa menghasilkan gerakan tanah yang unik dan setiap gerakan tanah mempunyai keunikan dampak tersendiri pada bangunan; oleh karena itu harus dilakukan analisis bangunan bersifat perkiraan kekuatan dari konstruksi sehingga potensi kinerja bangunan yang buruk dapat diprediksi dengan benar.

Konsep dari PBSD salah satunya adalah dengan memanfaatkan konsep sistem disipasi energi. Sistem disipasi energi dapat digunakan untuk memodifikasi respon struktur terhadap guncangan tanah dan meminimalkan kerusakan. Teknologi ini pertama kali diperkenalkan ke dalam Code bangunan di Amerika pada tahun 1980an dan sampai sekarang digunakan baik dalam desain konstruksi baru maupun retrofit struktur yang ada. Penggunaan suatu energi sistem disipasi memang menambah biaya proyek, baik untuk desain maupun konstruksi. Sistem disipasi energi dan isolasi seismik telah diterapkan secara luas di Jepang dan beberapa negara lain.

Dalam laporan teknis ini, sistem bangunan tahan gempa difokuskan pada isolasi seismik. Isolasi seismik adalah salah satu metode untuk mengubah respons suatu struktur dengan memasukkan bantalan yang dapat mendeformasikan elemen struktur pembawa beban

vertikal struktur. Diharapkan dengan cara ini kekakuan dan periode struktur dapat berubah sehingga dapat mendisipasikan redaman energi dengan baik.

Bantalan isolasi seismik ditempatkan di dasar struktur, di antara kolom (atau dinding penahan beban) dan pondasi pendukung, atau struktur tanah dasar. Karena alasan ini, seismik isolasi sering disebut isolasi dasar (*base isolation*).

Isolasi seismik (*seismic isolation system*) ini adalah salah satu metode paling efektif untuk melindungi struktur dari pengaruh gempa bumi dan sangat ideal untuk digunakan pada struktur yang mentolerir sedikit kerusakan saja pada strukturnya atau pada isi bangunannya seperti sistem mekanikal dan elektrikal. Oleh karena itu, sisyem ini paling banyak digunakan di untuk bangunan publik seperti rumah sakit, pusat data, dan museum. Ini juga biasa digunakan sebagai sarana retrofit struktur penting secara historis yang dibangun dari sistem kuno dan rapuh.

## **1. 2. Tujuan penelitian**

Penggunaan Sistem Isolasi Dasar (*Base Isolation System (BIS)*) dalam konstruksi bangunan di Indonesia telah menjadi salah satu pendekatan yang semakin diterapkan untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa bumi. Namun demikian, meskipun *Base Isolation System* membawa manfaat signifikan dalam melindungi bangunan dari beban gempa, perlu diperhatikan bahwa penerapannya memerlukan pemahaman teknis yang mendalam dan investasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konstruksi konvensional. Oleh karena itu, keputusan untuk menggunakan teknologi ini biasanya melibatkan evaluasi risiko, biaya, dan manfaat jangka panjang.

Dalam laporan teknis ini, maka tujuan dari penelitian yang akan dipaparkan adalah

1. Menilai efektivitas konsep base isolated structures dalam mengurangi dampak gempa pada bangunan.
2. Menganalisis implementasi konsep tersebut pada bangunan riil.
3. Menyajikan rekomendasi untuk pengembangan dan penerapan lebih lanjut.

## **1. 3. Ruang lingkup**

Beberapa hal yang menjadi cakupan dan batasan dari laporan ini adalah:

1. Kajian teknis ini hanya dilakukan terhadap satu gedung eksisting di kota Padang, akan tetapi hasil analisis dapat mewakili perilaku umum dari *Base Isolated Structures* meskipun isolator yang dirancang sangat tergantung dari beban yang diberikan.
2. Kajian teknis ini lebih bersifat analisis performance dari *base isolated structures* untuk lebih meyakinkan industri infrastruktur dalam menggunakan base isolated structures sebagai alternatif bangunan tahan gempa di Indonesia.
3. Kajian ini mengambil beberapa data dari Pusat Studi Bencana dan dari data sekunder berupa informasi dari pihak pengembang.
4. Kajian ini tidak memperhitungkan nilai ekonomis dari struktur.

