



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Posisi Indonesia terletak di antara empat lempeng tektonik aktif yang mengakibatkan Indonesia menjadi salah satu negara yang rawan terjadi gempa vulkanik maupun tektonik. Lempeng tersebut antara lain lempeng Eurasia, lempeng indo-Australia, lempeng Filipina, dan lempeng Pasifik. Berdasarkan catatan dari BMKG, sebanyak 11 kali gempa terjadi sepanjang tahun 2020 di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu daerah yang berpotensi terjadinya gempa bumi disertai tsunami pada tahun 2021 ini yaitu Yogyakarta, terkhususnya daerah Kulon Progo yang merupakan daerah pesisir pantai. Berdasarkan catatan sejarah yang pernah terjadi, Yogyakarta sudah beberapa kali mengalami gempa bumi, tercatat sejak tahun 2006 hingga tahun 2016 sudah terjadi 417 gempa bumi signifikan yang dirasakan oleh masyarakat di Yogyakarta. Terakhir terjadi gempa bumi yang cukup besar yang mengakibatkan adanya korban jiwa sekitar 5.000 orang yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006. Gempa-gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta ini diakibatkan oleh adanya sesar aktif. Gempa bumi dapat dirasakan hingga kabupaten serta kecamatan yang berada didaerahnya, tidak terkecuali Kulon Progo yang juga mengalami gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta itu sendiri.

Dengan adanya riwayat gempa yang tercatat di daerah Yogyakarta ini, maka pada pembangunan-pembangunan infrastruktur berupa gedung maupun jembatan seharusnya dipasang dan ditambahkan penguat anti gempa. Penguat anti gempa ini biasanya dipasang pada bagian pondasi dengan tujuan untuk meminimalisir pengaruh gempa yang terjadi terhadap gedung, sehingga ketika terjadi gempa pada area gedung akan mengurangi simpangan antar lantai serta mengurangi gaya lateral yang diterima oleh struktur gedung itu sendiri. Penguat anti gempa ini biasanya sering disebut dengan *Base Isolator*.

Menurut Arifin et al. (2015), daerah dengan potensi gempa yang tinggi seperti di Indonesia, bangunan tahan gempa menjadi kebutuhan yang harus terpenuhi. Keruntuhan bangunan yang terjadi akibat gempa bumi telah banyak memakan



Korban yang cukup banyak. Oleh karena itu, bangunan tahan gempa harus didesain agar dapat memiliki kinerja minimal *life safety*, sehingga keruntuhan suatu bangunan dapat dihindari. Dengan begitu, angka korban jiwa akibat gempa bumi dapat ditekan.

Menurut Dewobroto (2005) struktur yang memiliki kapasitas menahan gaya gempa sesuai standar perencanaan, maka struktur tersebut dapat dikatakan telah memenuhi syarat kinerja yang baik. Analisa *time history* merupakan salah satu analisis non-linier yang digunakan untuk menentukan riwayat waktu respon dinamik yang terjadi pada struktur terhadap akibat dari beban gempa yang akan terjadi. Untuk mengetahui respon struktur yang terjadi setiap waktu dengan memperhitungkan perilaku non-linear maka dapat menggunakan prosedur analisis dinamik non-linier *time history*.

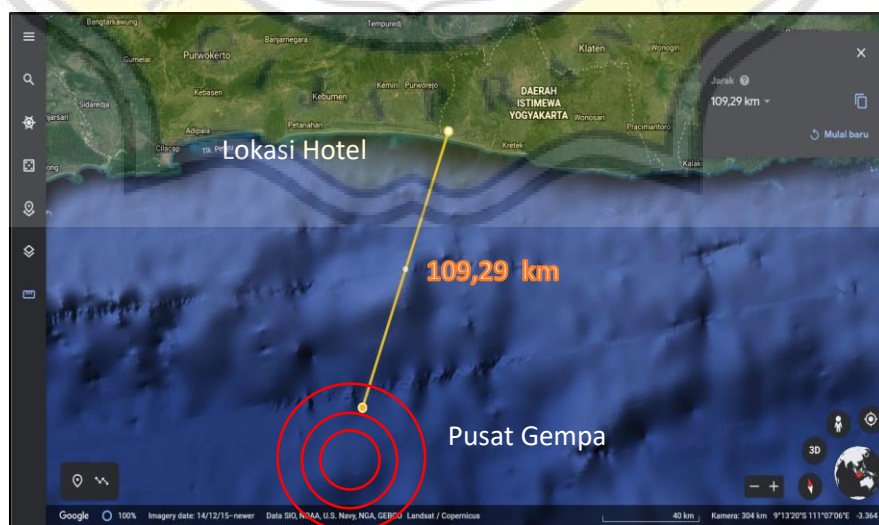
Teruna (2005) menyatakan bahwa dengan memperkuat struktur terhadap gaya gempa yang bekerja dapat mencegah kerusakan pada bangunan. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa kerusakan elemen struktural maupun non struktural disebabkan akibat terjadinya perbedaan simpangan antar tingkatan. Untuk memperkecil simpangan tersebut dapat dilakukan perkuatan bangunan di arah lateral. Tetapi hal tersebut justru dapat memperbesar gaya gempa yang diterima oleh suatu bangunan. Memperkecil energi gempa yang bekerja pada suatu bangunan merupakan metode terbaik yang perlu dilakukan. Metode tersebut dapat dilakukan seperti menambahkan *seismic device* pada bagian tertentu sebuah bangunan.

Menurut Budiono dan Setiawan (2014) beberapa dekade terakhir ini perkembangan perencanaan bangunan tahan gempa telah menemukan inovasi yang disebut system isolasi dasar. Sistem ini cukup berbeda dengan desain konvensional, dimana pada struktur atas direncanakan tetap bersifat elastik. Selain itu disipasi energi yang dihasilkan bukan berasal dari kerusakan suatu elemen, melainkan berasal dari sistem isolasi dasar yang fleksibel. Perangkat isolasi dasar melakukan disipasi energi dengan menggunakan mekanisme gaya geser dan regangan geser inelastic yang berbahan karet dengan sistem redaman yang tinggi. Dengan konsep tersebut,

maka struktur atas akan mengalami peningkatan kinerja yang signifikan yang ditandai dengan menurunnya tingkat dari kerusakan suatu struktur.

Sukamta (2016) menyatakan bahwa salah satu tipe sistem isolasi dasar adalah *High Damping Rubber Bearing* (HDRB). Sistem ini pernah digunakan di Pelabuhan Ratu dan mulai diterapkan pada gedung perkantoran 25 lantai di Jakarta dengan menggunakan empat puluh bantalan isolator karet pada pondasi.

Pada analisa ini, gedung didesain dengan menambahkan *Base Isolator* dan akan dibandingkan dengan desain gedung semula atau tanpa *Base isolator*. Perhitungan analisa gempa akan dilakukan di daerah yang sama. Kesulitan yang terjadi terletak pada perencanaan ulang struktur gedung dengan mengubah as kolom dari bangunan sehingga membuat bangunan tersebut tidak aman dari beban gempa yang telah di desain sebelumnya. Analisa yang dilakukan akan menjadi rekomendasi perencanaan baru untuk gedung bertingkat selanjutnya. Analisa ini akan membahas mengenai pengaruh beban gempa terhadap perilaku struktur bangunan yang menggunakan *base isolation* maupun tanpa *base isolation (fixed base)*. Diharapkan juga agar dapat mengetahui riwayat waktu respon dinamik struktur dan *displacement* akibat beban gempa dengan menggunakan analisis dinamik non-linier *time history*. Pada Gambar 1.1 diperlihatkan jarak pusat gempa dengan lokasi hotel.



Gambar 1.1. Jarak Pusat Gempa dengan Lokasi Hotel Ibis (Sumber: diunduh dari *google earth* pada tanggal 23 Juli 2021 pukul 20.11 WIB)



Dalam penelitian ini akan menggunakan studi kasus Gedung Hotel Ibis Kulon Progo dengan alasan karena letak hotel tersebut yang paling dekat dengan pusat titik gempa yang diprediksi akan terjadi pada area Kulon Progo yaitu sejauh 110 km. Selain itu, lokasi hotel ini berada dipinggiran pantai yang termasuk dalam zona gempa 3 memiliki peluang cukup besar untuk mengalami efek dari terjadinya gempa tersebut.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka terdapat permasalahan-permasalahan yang akan menjadi fokus pada pembahasan tugas akhir ini, antara lain:

1. Bagaimana merencanakan gedung bertingkat menggunakan *base isolator*?
2. Bagaimana *displacement* dan level kinerja struktur pada gedung bertingkat yang dianalisa menggunakan sistem *base isolator* dengan tipe HDRB akibat gaya gempa?
3. Bagaimana perbandingan pola keruntuhan serta level kinerja gedung bertingkat yang dianalisa menggunakan sistem *base isolation* dengan tipe HDRB yang telah dianalisis dengan analisis *time history* akibat gaya gempa dengan level kinerja gedung bertingkat yang tidak menggunakan sistem *base isolation*?
4. Bagaimana level kinerja dari struktur gedung bertingkat berdasarkan FEMA 356, FEMA 440, serta ATC-40 pada gedung bertingkat tinjauan yang menggunakan sistem *base isolation* dengan tipe HDRB yang telah dianalisis dengan analisis *time history* akibat gaya gempa?

### 1.3. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijelaskan, maka terdapat tujuan-tujuan yang ingin dicapai pada penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan perencanaan gedung bertingkat menggunakan *base isolator*.
2. Melakukan perhitungan *displacement* struktur pada gedung bertingkat yang dianalisa menggunakan sistem *base isolator* dengan tipe HDRB akibat gaya gempa.





3. Melakukan perhitungan level kinerja struktur gedung bertingkat yang dianalisa menggunakan sistem *base isolation* dengan tipe HDRB yang telah dianalisis dengan analisis *time history* akibat gaya gempa
4. Melakukan evaluasi terhadap level kinerja struktur dari gedung bertingkat berdasarkan FEMA 356, FEMA 440, serta ATC-40 pada gedung bertingkat tinjauan yang menggunakan sistem *base isolation* dengan tipe HDRB yang telah dianalisis dengan analisis *time history* akibat gaya gempa.
5. Membandingkan level kinerja struktur gedung itu dengan struktur awal yang tidak menggunakan sistem *base isolation*

#### 1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan referensi serta pengetahuan dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi yang tahan gempa dengan menggunakan sistem *base isolation* berjenis HDRB.
2. Meminimalisir resiko keruntuhan suatu bangunan akibat kerusakan struktur pasca terjadinya gempa.

#### 1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir adalah:

1. Struktur gedung bertingkat yang dianalisa adalah struktur gedung bertingkat tinggi beton bertulang pada daerah Kulon Progo
2. Struktur didesain menggunakan *base isolator* dengan jenis HDRB.
3. Peninjauan ketahanan gempa hanya untuk melihat *displacement*, level kinerja struktur dan perilaku keruntuhan akibat beban gempa.
4. Beban yang dianalisa antara lain beban mati, hidup dan respon spektrum.
5. Analisa yang digunakan adalah dinamik non-linier dengan metode *time history* berdasarkan FEMA 356, FEMA 440 dan ATC-40 dengan bantuan program SAP2000 v 21.
6. *Time history* gempa yang digunakan berada pada rentang magnitudo 6-7  $M_w$ .