

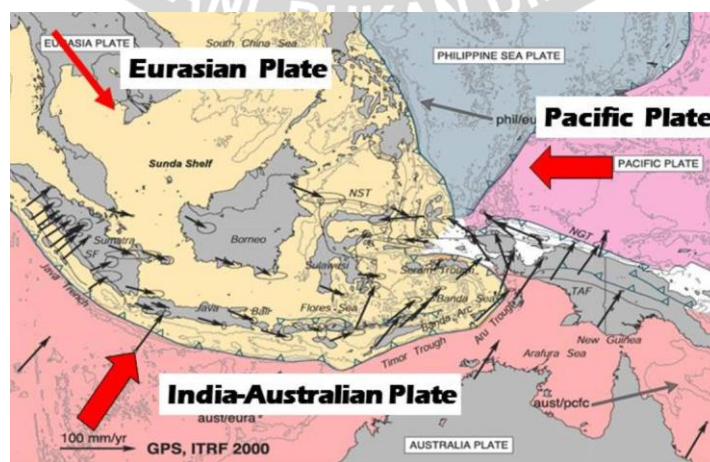
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan kawasan yang mempunyai potensi besar untuk terjadi gempa. Gempa yang terjadi di negara ini disebabkan oleh pergerakan kerak bumi yang dikenal sebagai gempa tektonik dan akibat letusan gunung berapi yang dikenal sebagai gempa vulkanik. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di kawasan rute *Ring of Fire* wilayah Pasifik serta menjadi episentrum persinggungan beberapa lempeng tektonik dunia, diantaranya Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik seperti pada Gambar 1.1.

Jika disesuaikan antara data pusat gempa dan posisi batas lempeng bumi (lempeng tektonik), maka akan terlihat bahwa pusat gempa tektonik selalu terjadi di daerah pertemuan antar lempeng tektonik. Hal ini artinya Indonesia merupakan jalur gempa yang sangat aktif karena sewaktu-waktu dapat terjadi pergeseran lempeng (dapat mencapai 10 cm/tahun) yang menghasilkan kuat energi yang sangat besar, apalagi jika diikuti dengan fenomena patahan tektonik (sesar aktif). Daerah di sekitar pertemuan lempeng (zona subduksi) dan patahan tektonik merupakan target gempa yang sangat potensial.



Gambar 1.1 Peta Lempeng Tektonik di Indonesia
(Sumber: BMKG, 2017)

Pada awal tahun 2022, Indonesia mengalami beberapa kejadian gempa dan salah satunya terjadi pada akhir bulan Februari di wilayah provinsi Sumatera Barat, lebih tepat terjadi di Kabupaten Pasaman Barat pada 25 Februari 2022 dengan magnitudo (M) 6,1. Pusat gempa berada pada koordinat 0,14° Lintang Utara dan 99,94° Bujur Timur persisnya terjadi di dataran lembah utara Gunung Talamau, dengan hiposentrum 10 kilometer dibawah muka air laut.

Badan meteorologi klimatologi dan geofisika telah menuliskan bahwa terjadi 15 kali susulan gempa yang terjadi beberapa waktu setelah gempa utama terjadi di Pasaman Barat. Kuat gempa susulan yang terjadi itu berbeda-beda dari setiap gempunya tetapi yang pasti adalah bernilai lebih kecil daripada Magnitudo 6,1 (kuat gempa utama).

Meskipun tingkat kerusakan dan korban tidak sebesar pada bencana gempa yang terjadi di tahun 2009 (7,6 Skala Richter), Sumatera Barat memiliki rekam jejak getaran gempa yang cukup banyak sejak 1835, diantaranya:

1. Pada tanggal 26 bulan Agustus tahun 1835, berlokasi di Padang, Sumatera Barat. Dampak yang ditimbulkan adalah kerusakan ringan pada bangunan.
2. Pada tanggal 5 bulan Juli tahun 1904, berlokasi di Siri Sori, Sumatera Barat. Dampak yang ditimbulkan dari bencana ini adalah tsunami di pantai Siri Sori.
3. Pada tanggal 28 bulan Juni tahun 1976, berlokasi di Padang Panjang, Sumatera Barat. Dampak yang ditimbulkan adalah adanya korban jiwa sekitar 350 orang yang meninggal dunia.
4. Pada tanggal 4 bulan Februari tahun 1971, berlokasi di Pasaman, Sumatera Utara dengan kekautan Magnitudo 6,3. Dampak yang ditimbulkan adalah rusaknya beberapa bangunan di Pasaman.
5. Pada tanggal 8 bulan Maret tahun 1977, berlokasi di Pasaman, Sumatera Utara. Dampaknya yang terjadi adalah kerusakan pada 737 tempat tinggal masyarakat di Sinurat.
6. Pada tanggal 7 bulan Oktober tahun 1995, berlokasi di Kerinci dengan kuat gempa Magnitudo 7. Dampak yang terjadi adalah korban jiwa sebanyak 84 orang meninggal dunia, 558 orang luka berat, dan 1310 orang luka-luka ringan, serta lebih dari 7000 bangunan umum dan pusat ekonomi rusak.

7. Pada tanggal 16 bulan Februari tahun 2004, berlokasi di Tanah Datar, Sumatera Barat dengan kekuatan gempa Magnitudo 5,6. Dampak yang ditimbulkan dari bencana ini adalah korban jiwa sebanyak 6 orang meninggal dunia, 10 orang luka-luka, dan 70 tempat tinggal rusak.
8. Pada tanggal 22 bulan Februari tahun 2004, berlokasi di Pesisir Selatan, Sumatera Barat dengan kekuatan gempa Magnitudo 6. Dampak yang terjadi adalah meninggalnya 1 orang, 5 luka-luka ringan, 151 bangunan dan tempat tinggal rusak.
9. Pada tanggal 30 bulan September tahun 2009, berlokasi di Padang Pariaman, Sumatera Barat dengan kekuatan gempa Magnitudo 7,6. Dampak yang timbul adalah meninggalnya 75 orang, ribuan tempat tinggal rusak, perkantoran, mall, dan hotel juga tidak sedikit yang rusak. Bahkan, getaran gempa dikatakan terasa hingga ke negara tetangga yakni Malaysia dan Singapura.

Berbeda dengan kota besar seperti Jakarta, pada wilayah Provinsi Sumatera Barat, bangunan yang berdiri merupakan bangunan bertingkat rendah hingga sedang. Secara teoritis perencanaan bangunan tingkat rendah lebih sederhana dan seharusnya memiliki resiko kerusakan yang lebih rendah. Namun kenyataannya pada terjadi gempa bangunan bertingkat rendah banyak menjadi sasaran. Oleh karena itu sangatlah dibutuhkan perencanaan yang tepat agar bangunan khususnya gedung bertingkat rendah (*Low Rise Building*) dan sedang (*Mid Rise Building*) di sana mampu bertahan dan menjaga susunan strukturnya dengan baik saat terjadi gempa bumi.

Berdasarkan panduan gempa Indonesia yang diresmikan pada 2019 (SNI 1726:2019) Indonesia terbagi jadi beberapa wilayah gempa sesuai tingkat risikonya masing-masing sesuai nilai percepatan batuan masing-masing sektor. Besarnya nilai percepatan batuan itulah yang kemudian dipergunakan menjadi koefisien percepatan seismik dasar dalam menghitung gaya seismik.

Respons struktur karena gaya gempa dapat diperoleh dengan analisis statik ekuivalen serta analisis dinamik dengan metode spektrum respons ragam dan riwayat waktu respons seismik (*time history*). Sedangkan, untuk menentukan

prosedur analisis gempa yang bisa digunakan bergantung pada kategori desain seismik, sistem struktur itu sendiri, properti yang dinamis, serta keteraturan struktur.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa terdapat beberapa sistem yang bisa digunakan dalam perencanaan strukturnya. Di dalam SNI 1726:2019 terdapat dua sistem populer yang populer digunakan di Indonesia dan akan dipilih untuk digunakan dalam penelitian ini yaitu Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda. Kedua sistem yang akan digunakan memiliki karakteristik masing-masing dalam perencanaan struktur khususnya nilai *displacement*, *base shear*, gaya-gaya dalam, dan volume struktur.

Sistem rangka pemikul momen khusus adalah struktur bangunan dari beton bertulang yang dirancang memiliki daktilitas yang tinggi. Menurut Wahyu Kartini (2012), arti dari Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah sebuah sistem rangka tiga dimensi yang dimana semua komponen struktur dan sambungan-sambungannya dapat menahan setiap gaya yang bekerja melalui aksi tahanan lentur, geser dan aksial. Sistem struktur yang satu ini kerap kali digunakan untuk area dengan tingkat risiko gempa tinggi.

Sedangkan, sistem ganda merupakan suatu sistem struktur yang mana seluruh beban gravitasi ditahan oleh rangka struktur utama, kemudian beban gempa yang terjadi akan ditahan oleh dinding geser sebanyak maksimal 75% dan selebihnya doleh rangka struktur.

Dalam penelitian diperlukan referensi atau kajian penelitian terdahulu yang digunakan sebagai dasar atau latar belakang untuk topik pembahasan yang akan dilakukan. Beberapa penelitian mengenai struktur bangunan beton bertulang yang dirancang tahan gempa dengan menggunakan sistem struktur sistem rangka pemikul momen khusus dan sistem ganda telah dilakukan dalam beberapa penelitian terdahulu, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Ambarwati pada 2017 melakukan penelitian mengenai komparasi sistem ganda dan SRPMK pada Hotel Ammeerra di Jakarta (Yuniar Dwi Ambarwati, 2017).

2. Prigawinata pada 2015 melakukan penelitian mengenai analisis perencanaan struktur dengan SRPMK di Kota Padang (Prigawinata et al., 2015).
3. Shany pada 2020 melakukan penelitian mengenai analisis komparasi simpangan pada SRPMK dan sistem ganda (Shany, S. A.; Santosa, A. A.; Erfan, 2020).
4. Hendra pada 2021 melakukan penelitian mengenai analisis struktur bangunan tahan gempa dengan metode sistem ganda (Hendra et al., 2021).
5. Ansyori pada 2017 melakukan penelitian mengenai elemen struktur gedung bertingkat dengan sistem ganda yaitu SRPMK dan sistem dinding struktur khusus (Ansyori, 2017).
6. Kalangi pada 2021 melakukan penelitian mengenai analisis perbedaan penempatan *shearwall* kepada perilaku dinamik struktur (Kalangi et al., 2021).
7. Sudarsana pada 2019 melakukan penelitian mengenai kinerja struktur yang menggunakan sistem ganda dengan berbagai konfigurasi dan lokasi dinding geser (Sudarsana et al., 2019).
8. Widiati pada 2016 melakukan penelitian mengenai komparasi sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan sistem ganda (Widiati & Rabrusun, 2016).
9. Honarto pada 2019 melakukan penelitian mengenai perancangan struktur beton bertulang dengan menggunakan SRPMK di Kota Manado (Honarto et al., 2019).
10. Wijayana pada 2019 melakukan penelitian mengenai komparasi lokasi *shearwall* dengan perilaku struktur berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 (Wijayana et al., 2019).
11. Değer pada 2015 melakukan penelitian mengenai kinerja seismik bangunan sistem ganda beton bertulang yang dirancang menggunakan dua metode desain yang berbeda (Değer & Wallace, 2015).
12. Mentari pada 2020 melakukan penelitian mengenai respons struktur bangunan bertingkat banyak pada tampilan persegi panjang dengan dinding geser di sisi bagian luar dan di bagian dalam (Mentari, 2020a).

13. Karisoh pada 2018 melakukan penelitian mengenai perencanaan struktur bangunan gedung beton bertulang dengan SRPMK (Karisoh et al., 2018).
14. Saraswati pada 2020 melakukan penelitian mengenai perancangan bangunan bertingkat 10 lantai menggunakan beton bertulang mutu tinggi (Saraswati & Rofiq, 2020).
15. Harahap pada 2019 melakukan penelitian mengenai perilaku dinamik pada struktur bangunan Apartemen Metro Galaxy Park terhadap beban seismik (Harahap & Fauzan, 2019).
16. Sutriono pada 2013 melakukan penelitian mengenai komparasi harga dan kinerja struktur yang menggunakan SRPMK dengan sistem ganda pada perancangan hotel 6 lantai di Sidoarjo (Sutriono et al., 2013).
17. Faizah pada 2015 melakukan penelitian mengenai komparasi pembebanan gempa statik ekuivalen serta dinamik *time history* pada struktur gedung bertingkat di Yogyakarta (Faizah, 2015a).

Dari referensi di atas, maka diperoleh beberapa hal yang dapat ditingkatkan dari penelitian sebelumnya untuk disesuaikan pada masalah yang terjadi. Pada penelitian sebelumnya perbandingan sistem struktur SRPMK dan sistem ganda dilakukan di lokasi Kota Jakarta yang mana risiko gempa menengah rendah. Sedangkan, pada awal tahun 2022 terjadi bencana gempa bumi di sekitar Kota Padang (Pasaman Barat). Sehingga penulis ingin meneliti mengenai perbandingan sistem struktur SRPMK dan sistem ganda di wilayah Kota Padang untuk dijadikan masukan dan referensi bagi masyarakat Kota Padang yang ingin membangun struktur bangunan beton bertulang tahan gempa yang efektif. Kedua model bangunan pada penelitian ini akan dihitung menggunakan analisis dinamik metode spektrum respons ragam dengan variabel kontrol gaya geser dasar (*base shear*) dari analisis statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2019.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diulas, maka penelitian yang dilakukan difokuskan pada beberapa permasalahan berikut:

1. Bagaimana menentukan parameter respons dari struktur bangunan dengan metode analisis dinamik secara spektrum respons ragam yang dimodelkan dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda?
2. Berapa besaran nilai dari gaya geser dan simpangan yang terjadi akibat beban gempa yang dianalisis dengan metode dinamik secara spektrum respons ragam pada model dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda?
3. Bagaimana perbandingan kinerja struktur bangunan tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda pada analisis dinamik secara spektrum respons ragam?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan yang telah diulas di atas, maka penelitian yang dilakukan dimaksudkan untuk beberapa tujuan berikut:

1. Membandingkan respons parameter dari struktur bangunan dengan metode analisis dinamik secara spektrum respons ragam yang dimodelkan dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda.
2. Menentukan besaran nilai dari gaya geser dan simpangan yang terjadi akibat beban gempa yang dianalisis dengan metode dinamik secara spektrum respons ragam pada model bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda.
3. Membandingkan perbandingan kinerja struktur bangunan tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda pada metode analisis dinamik secara spektrum respons ragam.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan maksud dan tujuan penelitian yang sudah dijelaskan, maka penelitian ini diharapkan bisa memberikan beberapa manfaat berikut:

1. Memberikan acuan kepada perencana struktur untuk menentukan sistem yang lebih efektif digunakan pada bangunan tahan gempa khususnya di zona gempa wilayah Kota Padang berdasarkan SNI 1726:2019.
2. Mengembangkan pengetahuan secara lebih mendalam mengenai analisis dinamik dengan spektrum respons ragam pada model bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019.
3. Memberikan pemahaman lebih tentang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda pada perencanaan bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi topik yang akan teliti, maka dalam penelitian ini berlakukan pembatasan masalah berikut:

1. Model bangunan yang digunakan pada penelitian ini adalah bangunan bertingkat tinggi yakni 10 lantai dengan sistem struktur beraturan secara vertikal dan horizontal.
2. Daerah yang menjadi objek penelitian adalah wilayah Kota Padang dengan kriteria tanah lunak, SE (ditetapkan berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 pasal 5.1 mengenai klasifikasi situs).
3. Penggunaan bangunan ditentukan untuk gedung perkantoran.
4. Bangunan yang dirancang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus diasumsikan tidak menggunakan dinding geser (*shearwall*); tetapi hanya yang menggunakan Sistem Ganda yang menerapkan dinding geser (*shearwall*) dalam strukturnya.
5. Modelisasi struktur secara tiga dimensi (3D) dengan menggunakan perangkat lunak SketchUp Pro 2021.

6. Analisis model struktur dengan menggunakan perangkat lunak Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) Ultimate 17.0.1.
7. Perhitungan beban seismik mengacu pada peraturan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. (SNI 1726:2019)
8. Perhitungan beban layan bangunan mengacu pada peraturan Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 1727:2020) dan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. (PPPURG 1987)
9. Penentuan dimensi komponen struktural mengacu pada peraturan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. (SNI 2847:2019)
10. Hasil analisis respons seismik struktur yang diterapkan sebagai parameter untuk kontrol adalah periode struktur, ragam getar struktur, partisipasi massa, kekakuan struktur, simpangan antar lantai, dan gaya geser seismik.
11. Hasil analisis respons seismik struktur yang diterapkan sebagai parameter untuk perbandingan kedua model bangunan adalah periode struktur (*natural period*), gaya geser dasar (*base shear*), perpindahan (*displacement*), rasio simpangan antar tingkat (*drift ratio*), dan volume struktur (*volume*).
12. Pemodelan pelat lantai dianggap sangat kaku (pasal 7.3.1.2 SNI 1726:2019) karena $S/D_e \leq 3$ sehingga pelat lantai berupa diafragma kaku (*rigid diaphragm*) tidak ikut menahan gaya seismik yang bekerja.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam tata penulisan skripsi ini terdapat 5 (lima) bab yang masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini membahas teori gempa bumi, gelombang seismik, prosedur analisis gempa, beton bertulang, sistem struktur gedung tahan gempa, desain kekuatan struktur, elemen beton bertulang, pembebanan, kinerja struktur, dan parameter analisis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini membahas metode penelitian yang efektif diterapkan dalam penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bagian ini dilakukan analisis respons seismik dengan cara statik dan dinamik spektrum respons dengan model struktur yang telah ditentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menyajikan kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan respons seismik sesuai studi kasus yang dilakukan.