

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab 1 pendahuluan akan menjelaskan terkait latar belakang permasalahan, fokus penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian dan juga manfaat penelitian.

1.1. Latar Belakang Masalah

Struktur atas merupakan bagian dari bangunan yang terletak di atas permukaan tanah berfungsi memikul beban gravitasi dan beban lateral, kemudian menyalurkannya ke struktur bawah untuk diteruskan ke tanah melalui pondasi (Sari, 2025). Struktur atas umumnya terdiri dari elemen kolom, balok, pelat lantai, dan dinding geser yang saling terhubung membentuk sistem rangka tiga dimensi (Soelarso et al., 2017). Kinerja struktur atas sangat berpengaruh terhadap keselamatan dan kenyamanan bangunan, khususnya pada bangunan bertingkat yang berada di wilayah rawan gempa (Horse & Saputra, 2024). Oleh karena itu, desain struktur atas harus memperhitungkan kapasitas kekuatan, kekakuan, dan kemampuan deformasi agar mampu menahan beban gempa tanpa mengalami keruntuhan dini (Bush et al., 2022).

Berdasarkan studi literatur Indonesia merupakan negara yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik (*Pacific Ring of Fire*), sehingga memiliki risiko tinggi terhadap aktivitas seismik (Prasetio et al., 2023). Bangunan yang dirancang untuk menahan gaya lateral yang disebabkan oleh aktivitas seismik diperlukan untuk menghadapi potensi gempa bumi yang tinggi (Bush et al., 2022). Dalam desain struktur bangunan bertingkat, ketahanan terhadap beban gempa menjadi faktor utama yang harus diperhitungkan untuk memastikan keamanan dan kenyamanan penghuni (Horse & Saputra, 2024). Selain itu meningkatnya populasi dan kebutuhan bangunan bertingkat, perubahan jumlah lantai sering terjadi pada perencanaan pembangunan (Shala & Bleiziffer, 2024).

Pada penelitian ini terjadi perubahan penambahan jumlah lantai. Penambahan jumlah lantai pada suatu bangunan mengakibatkan perubahan pada desain struktur, karena bertambahnya massa total dan ketinggian

bangunan akan meningkatkan respons terhadap gaya gempa dan beban vertikal (Fadilah & Walujodjati, 2020). Perubahan ini memerlukan penyesuaian ulang terhadap kapasitas elemen-elemen struktur atas seperti balok, kolom, dan pelat, agar mampu menahan beban tambahan tanpa melebihi batas deformasi yang diizinkan (Soelarso et al., 2017). Oleh karena itu, penambahan lantai harus diikuti dengan redesain struktur yang mempertimbangkan peningkatan kekakuan dan kekuatan, salah satunya melalui penerapan sistem struktur yang lebih andal terhadap beban lateral (Revisdah et al., 2024). Berdasarkan penelitian terdahulu penerapan dinding geser dapat meningkatkan kekakuan dan ketahanan lateral bangunan terhadap gempa (Ghangare et al., 2024).

Dinding geser merupakan elemen struktural yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan lateral bangunan, mengurangi perpindahan lateral (*drift*), serta membantu menyalurkan beban gempa secara lebih merata ke pondasi (Baehaki, 2017). Dinding geser yang ditempatkan dan dirancang secara tepat tidak hanya meningkatkan stabilitas struktur, tetapi juga membantu mengurangi perpindahan dan drift antar lantai selama gempa bumi (Mibang & Choudhury, 2021). Selain itu bangunan dengan dinding geser juga lebih tahan terhadap gempa dan angin daripada bangunan tanpa dinding geser (Yadav & Joshi, 2019). Dalam kondisi tertentu, dinding geser juga dapat mengalami gaya angkat (*uplift*), yaitu gaya tarik vertikal yang timbul akibat momen besar pada kaki dinding selama gempa (Aghagholizadeh, 2024). Gaya ini umumnya signifikan pada struktur ringan, struktur asimetris, atau sistem terbuka yang tidak memiliki kekangan kuat pada tumpuannya (Hosseini, 2017). Namun, dalam fokus penelitian ini, gaya angkat tidak dijadikan fokus analisis karena struktur yang ditinjau merupakan gedung bertingkat dengan massa besar dan sistem struktur monolitik yang tertumpu penuh pada pondasi (Imtiyaz et al., 2022). Oleh karena itu, gaya uplift dianggap tidak dominan dan tidak dibahas lebih lanjut, sebagaimana telah dinyatakan dalam fokus penelitian.



Gambar 1. 1 Tampak 3D Desain Gedung X

Bangunan Gedung X pada Gambar 1.1 menggunakan konstruksi utama beton bertulang dengan jumlah lantai yaitu 8, mengalami perubahan desain menjadi 11 lantai + 1 basement. Pada kondisi awal (8 lantai), bangunan hanya mengalami ketidakberaturan vertikal berupa distribusi berat massa yang tidak merata di lantai dasar, sedangkan secara horizontal, susunan elemen struktur tidak beraturan di setiap lantai. Berdasarkan hasil tinjauan dan simulasi pendahuluan, terdapat ketidakberaturan torsi pada arah Y dan termasuk kategori ketidakberaturan torsi berlebih. Setelah ditingkatkan menjadi 11 lantai + 1 basement, ketidakberaturan vertikal berubah dengan distribusi massa yang tidak merata di lantai basement, lantai 9, dan lantai 11. Selain itu, arah Y juga mengalami ketidakberaturan torsi, yaitu saat simpangan torsi melebihi 1,4 kali simpangan rata-rata. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah lantai tanpa pengaturan ulang kekakuan dan massa struktur dapat memicu ketidakberaturan yang lebih kompleks dan berisiko terhadap kinerja seismik bangunan.

Dari simulasi yang dilakukan penggunaan desain 11 lantai + 1 basement tanpa melakukan pembesaran dimensi elemen struktur ternyata tidak

memenuhi syarat ketahanan gempa menurut SNI 1726:2019 seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.1. Analisis dilakukan pada tiga model, yaitu Model 1 (bangunan eksisting 8 lantai), Model 2 (11 lantai dengan pembesaran dimensi elemen struktur), dan Model 3 (11 lantai dengan pembesaran dimensi elemen struktur dan tambahan dinding geser). Hasil perbandingan utama meliputi parameter gaya geser dasar (*base shear*), periode struktur, *Modal Participating Massa* (MPMR), dan simpangan antar tingkat (*storey drift*), terdapat pada Tabel 1.1. Upaya pembesaran dimensi elemen balok dan kolom (Model 2) untuk memperbaiki performa, belum memberikan hasil yang memenuhi seluruh persyaratan yang berlaku khususnya pada periode getar struktur yang melampaui 1,55 detik (periode empiris) serta simpangan antar tingkat bangunan yaitu.

Berdasarkan analisis Model 1 adalah bangunan rencana awal berjumlah 8 lantai menunjukkan performa yang masih dalam batas wajar *drift limit* yaitu 76,92 mm dan memenuhi sebagian besar kriteria SNI, namun periode ragam getarnya cukup tinggi dan melebihi batas empiris, yang mengindikasikan kekakuan struktur relatif rendah. Pada Model 2, penambahan jumlah lantai menjadi 11 lantai + 1 *basement* diikuti pembesaran dimensi elemen struktur menyebabkan penurunan performa. Hal ini terlihat dari peningkatan gaya geser dasar dan kenaikan pada *storey drift*, khususnya pada arah Y yang mencapai 64,50 mm, jauh melampaui batas toleransi yaitu 61,54 mm sesuai ketentuan perhitungan berdasarkan SNI 1726:2019.

Dari hasil analisis awal yang dilakukan, diketahui bahwa perbesaran dimensi elemen struktur utama kolom dan balok, belum memenuhi seluruh persyaratan kinerja bangunan terhadap aktivitas seismik. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan struktur melalui modifikasi dimensi saja belum cukup efektif untuk meningkatkan stabilitas dan ketahanan bangunan secara menyeluruh. Sebagai alternatif, kajian diarahkan pada penggunaan dinding geser, yang telah banyak dibahas dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Penambahan dinding geser terbukti mampu meningkatkan kapasitas lateral dan kekakuan global struktur (Kusuma et al., 2017). Selain itu, dinding geser juga berperan penting dalam meningkatkan kekakuan torsi bangunan, sehingga

efektif dalam mengurangi rotasi akibat momen puntir yang ditimbulkan oleh ketidakberaturan massa atau kekakuan selama terjadi gempa (Kusuma et al., 2017; Nursani et al., 2023a; Vijayan & Daniel, 2021). Penelitian lain menyatakan penggunaan dinding geser memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kinerja seismik bangunan, khususnya pada struktur dengan ketidakberaturan tingkat sedang (Imannanta et al., 2023). Dinding geser yang ditempatkan secara simetris terhadap pusat massa dan pusat kekakuan dapat meminimalkan eksentrisitas, sehingga mengurangi efek torsi pada struktur. Selain itu, penempatan dinding geser di sepanjang perimeter atau pada inti bangunan, seperti di sekitar tangga dan lift, dinilai sebagai posisi yang strategis karena tidak hanya meningkatkan kekakuan lateral tetapi juga memanfaatkan ruang yang sudah tidak fleksibel untuk fungsi lain (Budi Bagus Kuncoro & Dahlia, 2019; Imannanta et al., 2023; Jadhav et al., 2022; Kumar, 2018; Widorini et al., 2021).

Sebagai upaya peningkatan kinerja struktur terhadap gempa pada model 2, maka dilakukan melalui penerapan sistem struktur ganda (*dual system*), yaitu kombinasi antara sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan dinding geser sebagai elemen utama penahan gaya gempa. Sistem ini tidak hanya mengandalkan kekuatan balok dan kolom, tetapi juga memanfaatkan tambahan kekakuan dari dinding geser untuk menahan gaya lateral secara lebih efektif. Dalam sistem ini, dinding geser berfungsi sebagai elemen utama penahan gaya gempa, sementara rangka tetap diwajibkan menyumbang minimal 25% dari total gaya lateral, sesuai ketentuan dalam SNI 2847:2020 dan SNI 1726:2019. Dengan cara ini, struktur menjadi lebih kuat, stabil, dan andal dalam menghadapi beban gempa besar (Budiono et al., 2017). Penelitian ini difokuskan pada struktur atas yang memenuhi persyaratan sistem struktur ganda, di mana sistem rangka tetap harus berkontribusi terhadap penahanan gaya lateral sesuai regulasi yang berlaku. Proses pengembangan dilakukan dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model 4D namun cakupan penelitian dibatasi hanya sampai tahap pemodelan struktur dan penyusunan gambar kerja, tanpa adanya uji coba langsung di lapangan maupun implementasi pada proyek aktual. Hasil yang disajikan berupa pemodelan

struktur serta detail teknis perencanaan dinding geser sebagai bagian dari *output* pengembangan.

1.2.Fokus Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini memiliki batasan agar memperjelas fokus penelitian, maka batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memperhitungkan perencanaan struktur atas dengan sistem struktur ganda di Tangerang, dengan mempertimbangkan simpangan antar lantai, gaya geser, MPMR, ketidakberaturan bangunan, pengaruh P-Delta, *strong column weak beam*, dan tidak membahas terkait gaya *uplift* (gaya angkat vertikal akibat gempa) tidak dibahas dalam fokus penelitian.
2. Penelitian ini difokuskan pada pemodelan struktur, di mana dimensi elemen struktural mengacu pada perencanaan bangunan 11 lantai yang disediakan oleh pihak perencana, dengan modifikasi penambahan dinding geser.
3. Analisis dalam penelitian ini mengacu pada beberapa Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu: SNI 2847:2019 dijadikan acuan dalam perencanaan dan detail elemen beton struktural; SNI 1726:2019 digunakan untuk menentukan beban gempa dan tata cara perencanaannya; SNI 1727:2020 digunakan sebagai pedoman dalam menentukan beban minimum dan kriteria desain untuk bangunan gedung dan struktur lainnya.
4. Data karakteristik tanah diperoleh dari hasil penyelidikan tanah proyek pembangunan gedung yang diteliti, sedangkan respons spektra gempa mengacu pada kurva desain spektra dari pedoman teknis Direktorat Bina Teknik Cipta Karya.
5. Pada perencanaan struktur pada penelitian ini menggunakan program analisis struktur ETABS v22 (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems* versi 22), Autocad, Microsoft Word dan Microsoft Excel.
6. Hasil penelitian berupa pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak analisis struktur, dengan penempatan dinding geser yaitu di

sekitar ruang *lift* dan perimeter bangunan dengan fokus perencanaan struktur atas meliputi kolom, balok dan pelat sesuai ketentuan sistem struktur ganda dengan *output* gambar kerja.

7. Seluruh proses dibatasi hanya pada tahap pemodelan dan perencanaan berbasis perangkat lunak, tanpa dilakukan implementasi langsung atau uji coba di lapangan.
8. Pemodelan dinding geser hanya sampai pada lantai lantai 9.
9. Penelitian ini tidak mempertimbangkan penambahan beban akibat pemasangan videotron pada bangunan, sehingga pengaruhnya terhadap kinerja struktur tidak dianalisis.
10. Penelitian ini tidak mempertimbangkan beban dan efek struktural dari penggunaan crane atau sistem gondola sebagai fasilitas perawatan dan pemeliharaan gedung.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian di atas, masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana perencanaan struktur atas dengan sistem struktur ganda tahan gempa pada proyek gedung X 11 lantai di Tangerang?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur atas pada proyek Gedung X 11 lantai di Tangerang dengan mengacu pada ketentuan sistem struktur ganda tahan gempa, yang mencakup pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak analisis, pengecekan elemen struktur atas, serta penentuan dimensi dan penulangan sesuai dengan standar SNI 1726:2019.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai rekomendasi dan bahan diskusi dalam perencanaan pembangunan Gedung X di Tangerang, yang dapat diterapkan dalam proyek dengan merancang ulang dimensi struktur atas dan penerapan struktur sistem ganda.

2. Sebagai salah satu referensi terkait performa bangunan dengan sistem struktur ganda dan perencanaan ulang struktur atas dalam meningkatkan ketahanan gempa bangunan bertingkat karena perubahan desain bangunan.

