

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformasi digital pada sektor konstruksi seiring berkembangnya Revolusi Industri 4.0 telah mendorong penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam proses analisis struktur bangunan (Begić & Galić, 2021). Integrasi BIM dengan metode optimasi struktur telah terbukti mampu meningkatkan stabilitas seismik hingga 68,4%, yang menunjukkan potensi besar BIM dalam mendukung akurasi evaluasi kinerja struktur tahan gempa (Hu, 2025). Idealnya, model BIM yang terintegrasi dengan perangkat analisis struktur dapat menghasilkan evaluasi respons seismik yang akurat. Namun pada praktiknya, ketidaksesuaian data antara perangkat pemodelan dan analisis serta proses integrasi yang belum optimal masih dapat memengaruhi keandalan hasil analisis seismik. Kondisi inilah yang menjadikan optimalisasi integrasi BIM untuk analisis kinerja seismik semakin relevan, terutama pada proyek infrastruktur yang berlokasi di wilayah rawan gempa seperti Indonesia.

Indonesia memiliki lebih dari 270 juta penduduk dan menghadapi masalah besar dalam penyediaan infrastruktur dasar, termasuk sistem pengelolaan air limbah perkotaan. Di DKI Jakarta, sebagai pusat aktivitas, cakupan jaringan perpipaan air limbah masih sangat minim, yaitu sekitar 7% dari kebutuhan (Secrets, 2025). Kondisi ini memicu pencemaran air dan penurunan kualitas lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pemerintah meluncurkan *Jakarta Sewerage Development Project* (JSDP) sebagai proyek strategis nasional. Zona 1 paket 1 merupakan salah satu kawasan prioritas dalam pengembangan sistem pengelolaan air limbah tersebut. Proyek ini dilengkapi dengan bangunan administrasi yang berfungsi sebagai pusat operasional dan pengendalian sistem. Kinerja strukturnya berdampak langsung pada keselamatan pengelola sistem, instansi pemerintah, dan masyarakat yang dilayani.

Keamanan dan keandalan struktur Bangunan Administrasi JSDP harus didukung oleh analisis struktur yang komprehensif guna memastikan

kemampuannya dalam menahan pengaruh beban gempa. Hal ini penting karena bangunan berlokasi pada kawasan dengan tingkat kerawanan seismik sedang hingga tinggi, berada di atas tanah lunak, serta relatif dekat dengan sumber gempa aktif, seperti Sesar Cimandiri dan Sesar Lembang (Hansen et al., 2020). Tanah lunak di Jakarta memiliki potensi besar untuk meningkatkan dampak gelombang gempa, sehingga evaluasi respons spektrum dan simpangan antar lantai menjadi parameter kritis yang harus dianalisis secara akurat. Setiap bangunan yang mendukung operasional infrastruktur publik idealnya sudah direncanakan dengan analisis struktur yang memadai terhadap beban gempa dinamik. Pada kenyataannya, tidak semua proyek menerapkan evaluasi seismik yang cukup mendalam, khususnya dalam pemodelan bagaimana struktur merespons beban gempa pada kondisi tanah lunak. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menerapkan integrasi *Autodesk Revit* dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 secara lebih komprehensif dan akurat.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas topik terkait. Perbandingan hasil perhitungan analisis struktur secara manual dengan hasil analisis menggunakan RSAP telah dilakukan (Latief et al., 2024). Integrasi Revit dan RSAP juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi proses perencanaan struktur (Hanggara, 2023). Sementara integrasi BIM secara umum dinyatakan mampu menghasilkan desain struktur yang lebih akurat (Watung et al., 2024). Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan perangkat lunak analisis struktur dan integrasi BIM telah menjadi solusi yang banyak digunakan dalam perencanaan struktur. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pemodelan struktur dan integrasi data, sedangkan evaluasi respons struktur terhadap beban gempa masih belum dibahas secara mendalam.

Meskipun penelitian mengenai Revit dan RSAP sudah pernah dilakukan, kajian yang secara khusus mengevaluasi respons seismik struktur gedung beton bertulang masih relatif terbatas. Kajian mengenai simpangan antar lantai berdasarkan metode analisis respons spektrum dengan mengacu pada SNI 1726:2019 dan ASCE 7-16, khususnya untuk bangunan yang berdiri di atas tanah lunak Jakarta, juga masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi

kesenjangan tersebut melalui evaluasi kinerja struktur terhadap beban gempa menggunakan metode analisis respons spektrum berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019 dan ASCE 7-16.

Penelitian ini menerapkan integrasi BIM 3D melalui Revit dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) untuk mengevaluasi kinerja struktur atas bangunan administrasi JSDP zona 1 paket 1. Revit digunakan sebagai perangkat pemodelan struktur, sedangkan RSAP digunakan sebagai perangkat analisis struktur terhadap beban gempa dengan metode analisis respons spektrum. Pemilihan RSAP dalam penelitian ini didasarkan pada keterhubungan dua arah dengan Revit karena berada dalam satu ekosistem perangkat lunak *Autodesk*, sehingga pembaruan model struktur dapat langsung disinkronkan ke RSAP tanpa memerlukan konversi format file. Kondisi ini berbeda dengan perangkat lunak analisis struktur lain seperti ETABS atau SAP2000, yang umumnya memerlukan proses ekspor-impor model melalui format perantara seperti IFC, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian data geometri struktur akibat proses konversi tersebut. Selain itu, RSAP juga telah mendukung ketentuan analisis kegempaan sesuai SNI 1726:2019, sehingga proses evaluasi dapat dilakukan secara lebih efisien dengan hasil yang tetap konsisten terhadap model BIM yang digunakan. Seluruh proses evaluasi pada penelitian ini mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019 dan ASCE 7-16, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam perencanaan bangunan infrastruktur dengan karakteristik yang serupa di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian latar belakang di atas, penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan integrasi *Building Information Modeling* (BIM) 3D menggunakan Revit dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) pada bangunan administrasi JSDP Zona 1 Paket 1?
2. Bagaimana hasil analisis kinerja struktur atas Bangunan Administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 terhadap beban gempa melalui metode analisis dinamik respons spektrum menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP)?

3. Apakah hasil analisis struktur atas bangunan administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 telah memenuhi ketentuan SNI 1726:2019?
4. Bagaimana hasil desain tulangan struktur atas Bangunan Administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 yang diperoleh menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP)?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penerapan integrasi *Building Information Modeling* (BIM) 3D menggunakan Revit dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) pada bangunan administrasi JSDP Zona 1 Paket 1.
2. Mengevaluasi kinerja struktur atas bangunan administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 terhadap pengaruh beban gempa melalui metode analisis dinamik respons spektrum berdasarkan hasil analisis menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP).
3. Membandingkan hasil analisis struktur atas bangunan administrasi JSDP zona 1 paket 1 terhadap ketentuan SNI 1726:2019.
4. Menghasilkan desain tulangan struktur atas Bangunan Administrasi JSDP Zona 1 Paket 1 menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pengetahuan dan pengalaman dalam penerapan integrasi *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan Revit dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) untuk menganalisis kinerja struktur atas bangunan terhadap beban gempa menggunakan analisis dinamik respons spektrum.
2. Menjadi bahan referensi akademik dalam pengembangan teknologi BIM, terutama integrasi pemodelan 3D dan analisis struktur.
3. Mendukung pembangunan infrastruktur yang lebih aman dan efisien serta menghindari *rework* dengan menerapkan analisis struktur sesuai standar.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah, fokus, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan dan analisis kinerja struktur melalui integrasi *Autodesk Revit* dan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP)
2. Objek yang akan dianalisis adalah struktur atas bangunan administrasi JSDP zona 1 paket 1, tidak menganalisis struktur bawah bangunan.
3. Struktur bangunan dirancang menggunakan material beton bertulang.
4. Analisis ketahanan gempa dilakukan menggunakan metode respons spektrum dengan mengacu pada ketentuan ASCE 7-16 dan SNI 1726:2019 sebagai pedoman perencanaan struktur bangunan gedung dan non-gedung tahan gempa.
5. Peraturan pembebanan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 1727:2020 yang menetapkan ketentuan mengenai beban desain minimum beserta kriteria pembebanan untuk bangunan gedung dan struktur lainnya.
6. Kelas situs tanah yang digunakan dalam analisa pada RSAP diasumsikan sebagai kelas SD (tanah sedang), yang seharusnya kelas SE (tanah lunak), disebabkan oleh keterbatasan program RSAP dalam mendeteksi nilai F_v dan koefisien percepatan spektral (S_d1) untuk kelas situs tanah lunak.