

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformasi digital dalam industri konstruksi menjadi agenda global dalam dua dekade terakhir. Salah satu inovasi utama yang mendorong perubahan tersebut adalah *Building Information Modeling* (BIM), yaitu sistem berbasis model digital terintegrasi yang memungkinkan pengelolaan informasi bangunan secara kolaboratif sepanjang siklus hidup proyek. BIM tidak hanya menghasilkan model tiga dimensi (3D), tetapi juga mengintegrasikan aspek waktu (4D), biaya (5D), hingga manajemen fasilitas (6D/7D).

Dalam praktik konstruksi konvensional, berbagai permasalahan sering terjadi, seperti ketidaksesuaian antara gambar arsitektur, struktur, dan MEP, kesalahan perhitungan volume pekerjaan, perubahan desain yang tidak terkoordinasi, serta pembengkakan biaya dan keterlambatan waktu pelaksanaan. Permasalahan-permasalahan tersebut umumnya muncul akibat keterbatasan koordinasi dan integrasi pada metode konvensional berbasis gambar 2D. Oleh karena itu, penerapan metode *Building Information Modeling* (BIM) pada redesain gedung kampus UNU Yogyakarta diusulkan sebagai solusi teknis untuk memitigasi risiko tersebut sejak tahap perencanaan.

Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi, penelitian terbaru oleh Al-Ashmori *et al.* (2022) menekankan bahwa integrasi BIM 5D secara signifikan meningkatkan akurasi estimasi biaya dan menekan pemborosan material. Lebih lanjut, Zhang *et al.* (2023) membuktikan bahwa integrasi langsung antara perangkat lunak analisis struktur (SAP2000) dan lingkungan pemodelan 3D (Tekla) mampu mengurangi risiko *clash* desain secara signifikan dalam proyek gedung bertingkat. Hal ini diperkuat oleh Wang *et al.* (2024) yang menyoroti bahwa pada bangunan institusi pendidikan, penerapan BIM secara

terintegrasi mampu meningkatkan akurasi analisis beban gempa serta efisiensi manajemen fasilitas jangka panjang.

Meskipun penelitian tersebut telah mengkaji manfaat BIM, belum banyak kajian yang mengintegrasikan aspek teknis struktur, pemodelan 3D, dan manajemen biaya secara komprehensif dalam satu studi kasus redesain gedung pendidikan 9 lantai di tingkat universitas daerah. Inilah celah (*gap*) penelitian yang diisi oleh laporan tugas akhir ini, sebagai kontribusi nyata dalam pengembangan perencanaan struktur bangunan kampus yang aman, efisien, dan berbasis teknologi digital modern

Seiring dengan pertumbuhan sektor pendidikan tinggi, kebutuhan infrastruktur kampus yang modern dan aman semakin meningkat. Yogyakarta sebagai Kota Pendidikan memiliki lebih dari 100 institusi pendidikan tinggi dan ribuan mahasiswa dari berbagai daerah. Kondisi ini menuntut pembangunan sarana dan prasarana pendidikan yang tidak hanya representatif, tetapi juga dirancang dengan standar keselamatan dan efisiensi tinggi.

Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Yogyakarta sebagai institusi pendidikan yang berkembang memerlukan infrastruktur kampus yang mendukung aktivitas akademik secara optimal. Pembangunan gedung kampus harus dirancang dengan mempertimbangkan aspek keselamatan struktur, efisiensi biaya, serta keberlanjutan jangka panjang.

Dalam praktik konstruksi konvensional, berbagai permasalahan masih sering terjadi, seperti:

- Ketidaksesuaian antar gambar arsitektur, struktur, dan MEP
 - a Penyebab: Pengerjaan gambar dilakukan terpisah oleh disiplin ilmu yang berbeda tanpa model 3D terintegrasi.
 - b Dampak: Terjadi clash/benturan di lapangan, contoh: balok beririsan dengan ducting AC atau pipa.
 - c Solusi dengan BIM: Model 3D terintegrasi pada BIM memungkinkan deteksi clash otomatis sejak tahap desain, sehingga koordinasi antar disiplin lebih akurat.
- Kesalahan perhitungan volume pekerjaan

- a Penyebab: Pengambilan volume dilakukan manual dari gambar 2D yang rentan human error dan inkonsistensi revisi.
- b Dampak: Volume RAB tidak sesuai kondisi real, menyebabkan overestimate/underestimate anggaran.
- c Solusi dengan BIM: Ekstraksi kuantitas otomatis dari model 3D BIM menghasilkan data volume yang lebih akurat dan dapat diperbarui otomatis saat ada revisi desain.
- Perubahan desain yang tidak terkoordinasi
 - a Penyebab: Revisi desain hanya dilakukan pada satu disiplin tanpa meng-update disiplin lain karena tidak ada pusat data bersama.
 - b Dampak: Terjadi perbedaan versi gambar di lapangan, berpotensi menimbulkan pekerjaan bongkar pasang.
 - c Solusi dengan BIM: Sistem single source of truth pada BIM memastikan setiap perubahan desain langsung ter-update di seluruh disiplin terkait secara real-time.
- Pembengkakan biaya dan keterlambatan waktu pelaksanaan
 - a Penyebab: Akumulasi dari 3 masalah di atas yaitu clash, kesalahan volume, dan revisi tidak terkoordinasi.
 - b Dampak: Terjadi pekerjaan tambah kurang, keterlambatan jadwal, dan kerugian finansial bagi kontraktor maupun owner.
 - c Solusi dengan BIM: Mitigasi risiko sejak tahap perencanaan melalui simulasi 4D waktu dan 5D biaya, sehingga estimasi lebih terkendali.

Permasalahan-permasalahan tersebut sering kali muncul akibat keterbatasan koordinasi pada metode konvensional. Oleh karena itu, penerapan metode BIM pada redesain gedung kampus UNU Yogyakarta ini diusulkan sebagai solusi untuk memitigasi risiko tersebut sejak tahap perencanaan

Padahal, struktur bangunan merupakan elemen vital yang menahan seluruh beban (beban mati, hidup, angin, dan gempa). Kegagalan perencanaan struktur dapat berakibat fatal terhadap keselamatan pengguna, terlebih pada bangunan pendidikan yang memiliki mobilitas tinggi setiap harinya.

BIM menawarkan solusi melalui integrasi model struktur, analisis beban, serta kuantifikasi material dalam satu sistem terpadu. Menurut Sacks *et al.* (2020), BIM memungkinkan kolaborasi lintas disiplin dan meningkatkan akurasi perencanaan teknis secara signifikan dibandingkan metode konvensional berbasis gambar 2D.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan BIM dalam proyek konstruksi, antara lain:

- Aibinu *et al.* (2022) menjelaskan kerangka kerja implementasi BIM untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam organisasi konstruksi
 - a Fokus Kajian: Mengembangkan kerangka kerja BIM Implementation Framework untuk mengatasi hambatan adopsi BIM di level organisasi.
 - b Kontribusi Utama: Membuktikan bahwa standarisasi proses BIM dapat mengurangi rework dan kesalahan koordinasi antar disiplin.
 - c Relevansi dengan Penelitian Ini: Menjadi dasar bahwa BIM efektif untuk meningkatkan akurasi perencanaan, sehingga layak diterapkan pada redesain struktur.
- Li *et al.* (2023) membahas pemanfaatan BIM dalam manajemen siklus hidup bangunan (*life cycle management*) yang terintegrasi.
 - a Fokus Kajian: Mengintegrasikan model BIM dari tahap desain, konstruksi, hingga operasional bangunan.
 - b Kontribusi Utama: Menunjukkan bahwa data BIM terintegrasi dapat mempermudah pengambilan keputusan manajemen selama umur layan gedung.
 - c Relevansi dengan Penelitian Ini: Mendukung penggunaan BIM bukan hanya untuk desain, tapi juga untuk integrasi dengan analisis struktur SAP2000 dan perhitungan RAB.
- Ghaffarian Hoseini *et al.* (2024) mengidentifikasi manfaat BIM dalam meningkatkan kinerja proyek, efisiensi biaya, serta pengurangan risiko manajerial secara signifikan.

- a Fokus Kajian: Melakukan identifikasi kuantitatif terhadap manfaat BIM pada proyek konstruksi skala besar.
- b Kontribusi Utama: Membuktikan BIM mampu meningkatkan efisiensi biaya dan mengurangi risiko akibat miskordinasi desain.
- c Relevansi dengan Penelitian Ini: Menguatkan argumen penelitian ini dalam mengintegrasikan aspek teknis struktur dan manajemen biaya RAB secara komprehensif menggunakan BIM.

Meskipun penelitian terdahulu telah mengkaji manfaat BIM secara umum (Aibinu *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023; GhaffarianHoseini *et al.*, 2024), belum banyak kajian yang mengintegrasikan aspek teknis struktur (SAP2000), pemodelan Tekla, dan manajemen biaya (RAB) secara komprehensif dalam satu studi kasus redesain gedung pendidikan 9 lantai.

Di Indonesia, sebagian penelitian masih berfokus pada analisis tingkat adopsi BIM, hambatan implementasi, serta studi kasus proyek gedung pemerintah dan infrastruktur skala besar. Namun, penerapan BIM secara spesifik pada redesain struktur gedung pendidikan tinggi, khususnya di tingkat universitas swasta berkembang, masih relatif terbatas.

Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat beberapa kesenjangan penelitian, yaitu:

1. Minimnya studi terapan BIM pada proyek redesain struktur gedung pendidikan di tingkat universitas daerah.
2. Terbatasnya integrasi analisis struktur (*SAP2000*), pemodelan 3D (*Tekla Structures*), dan perhitungan RAB serta *kurva S* dalam satu kerangka penelitian komprehensif berbasis BIM.
3. Kurangnya kajian yang mengaitkan implementasi BIM dengan peningkatan keselamatan struktur dan efisiensi biaya pada bangunan kampus.

Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas aspek konseptual atau manajerial BIM, sementara pendekatan teknis-terintegrasi pada studi kasus spesifik masih jarang dilakukan.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan perencanaan struktur bangunan kampus yang aman, efisien, dan berbasis teknologi digital modern.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, ditetapkan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan struktur bangunan 9 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK)?
2. Bagaimana validitas hasil permodelan struktur dan efektivitas kalkulasi volume yang dikeluarkan oleh *Tekla Structures* dalam mendukung ketelitian desain ?
3. Bagaimana merencanakan penjadwalan, dan pembiayaan proyek?
4. Bagaimana cara menyusun rencana kerja dan spesifikasi teknis?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Melakukan redesain struktur Gedung Proyek Pembangunan Kampus Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta berbasis BIM.
2. Menganalisis perencanaan struktur atas dan bawah pada *re-desain* Gedung Kampus Universitas Nahdatul Ulama Yogyakarta
3. Mengintegrasikan analisis struktur menggunakan SAP2000 dengan pemodelan 3D menggunakan *Tekla Structures*.
4. Melakukan pemodelan 3D serta menghasilkan *quantity take off*.
5. Merencanakan penjadwalan dan simulasi penjadwalan dengan *software Tekla Structures atau ms project*
6. Menyusun estimasi biaya (RAB) dan kurva S berbasis data model digital untuk meningkatkan akurasi perencanaan proyek dengan *software Microsoft Excel atau ms project*.

1.4 Manfaat

Manfaat dari disusunnya Laporan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengetahui tata cara perhitungan struktur gedung tahan gempa dengan dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan persyaratan yang berlaku.
2. Dapat memberikan hasil analisis struktur dengan bantuan *software* SAP2000 dan model 3D dengan *software Tekla Structures*.
3. Dapat menjalankan BIM 4D dengan kolaborasi antara *software Tekla Structures* dan *Microsoft Excel*
4. Dapat menghitung rencana anggaran biaya sebuah proyek.
5. Memberikan bahan pembelajaran terkait perhitungan struktur, pemodelan 3D, rencana anggaran biaya dan penjadwalan proyek bangunan bertingkat sesuai dengan standar yang berlaku.

Adapun manfaat lain sebagai berikut:

- a. Manfaat Teoritis
 - Mengembangkan kajian implementasi BIM dalam konteks bangunan pendidikan tinggi.
 - Memberikan kontribusi ilmiah terhadap integrasi analisis struktur dan manajemen biaya berbasis BIM.
- b. Manfaat Praktis
 - Memberikan referensi teknis bagi pengelola proyek kampus dalam penerapan BIM.
 - Meningkatkan efisiensi biaya, waktu, dan keselamatan struktur bangunan pendidikan.
 - Mendukung kebijakan nasional digitalisasi konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memastikan pembahasan lebih terfokus, dibuatlah batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang direncanakan adalah Gedung Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Yogyakarta (9 lantai).

2. Perencanaan atap menggunakan dak beton karena pertimbangan fungsional, durabilitas atau integrasi desain yang mendukung estetika gedung 9 lantai tersebut.
3. Analisis struktur menggunakan aplikasi SAP 2000.
4. *Modelling 3D* menggunakan aplikasi *Tekla Structures*.
5. Penjadwalan menggunakan aplikasi *Ms Project* dan pembuatan RAB dan kurva s menggunakan *Microsoft Excel*.
6. Analisis gempa menggunakan respon spektrum dengan data kondisi tanah keras.

Tugas akhir ini mengacu pada SNI sebagai berikut :

- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung SNI 1727, 2020.
- SNI 1726-2019 membahas Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 1727-2020 membahas Perencanaan Struktur Beton Bertulang pada Bangunan Gedung.
- SNI 2847-2019 membahas Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pembahasan pada Laporan Tugas Akhir perencanaan Gedung Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Yogyakarta ini adalah:

1. Pekerjaan struktur meliputi:
 - Pekerjaan Struktur Atas:
 - Pekerjaan Atap
 - Pekerjaan Plat Lantai
 - Pekerjaan Balok
 - Pekerjaan Kolom
 - Pekerjaan Struktur Bawah:
 - Pekerjaan Pondasi
2. Pemodelan visual struktur 3D modelling menggunakan metode *Building Information modeling* (BIM).

3. RAB (Rencana Anggaran Biaya) perhitungan menggunakan analisa volume dari model BIM.
4. Penjadwalan proyek (*time schedule*) penyusunan jadwal proyek menggunakan analisa *S-Curve* dengan menggunakan aplikasi *ms project*.
5. RKS (Rencana Kerja dan Syarat-Syarat).