

BAB I

PENDAHULUAN

Skripsi ini disusun berdasarkan data pada proyek Pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda. Pada bab pendahuluan ini, akan membahas mengenai latar belakang dan hal-hal teknis lainnya yang berkaitan dengan langkah awal dalam penyusunan skripsi.

1.1 Latar Belakang Masalah

Industri konstruksi memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi, disebabkan oleh kompleksitas aktivitas lapangan dan berbagai faktor bahaya. Data BPJS Ketenagakerjaan (2024) mencatat bahwa terdapat 399.871 kasus kecelakaan kerja di Indonesia, dengan 3.558 kasus (0,89%) terjadi di sektor konstruksi, menegaskan bahwa keselamatan kerja masih menjadi tantangan utama dalam industri ini. Menurut (Dangga dkk., 2020), faktor utama penyebab kecelakaan kerja di industri ini meliputi tindakan tidak aman (*unsafe actions*) dan kondisi tidak aman (*unsafe conditions*), seperti perilaku berisiko, keengganan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), serta kurangnya pemahaman terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Selain itu, metode kerja yang tidak sesuai prosedur dan lemahnya pengawasan area kerja memperburuk tingkat risiko di lapangan. Kondisi ini menggarisbawahi pentingnya inovasi dalam manajemen keselamatan, salah satunya melalui adopsi teknologi digital dalam proyek konstruksi.

Building Information Modelling (BIM) adalah konsep atau cara kerja menggunakan permodelan 3D digital (virtual) yang di dalamnya berisi semua informasi permodelan yang terintegrasi untuk fasilitas koordinasi, simulasi, serta visualisasi antar semua pihak yang terkait, sehingga dapat membantu owner dan penyedia layanan untuk merancang, membangun, serta mengelola bangunan. Pada proyek pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda, implementasi BIM telah dilakukan terbatas pada tahap perencanaan dan koordinasi desain, khususnya melalui pemodelan 3D dan integrasi informasi antar disiplin teknis. Namun, penerapan BIM pada aspek keselamatan kerja, termasuk pemodelan jalur evakuasi dan manajemen kondisi darurat, belum diimplementasikan. Hal ini menjadi latar belakang perlunya pengembangan

sistem berbasis BIM 8D yang berfokus pada perencanaan dan penyesuaian jalur evakuasi secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan visualisasi 3D, penyimpanan data, perencanaan, penjadwalan, perhitungan anggaran, serta pemantauan siklus hidup bangunan dari tahap desain hingga operasional (Nugroho dkk., 2022). Selain itu, BIM memungkinkan para pemangku kepentingan proyek untuk berbagi informasi secara *real-time*, meningkatkan kolaborasi antara tim dan mengurangi ketidakselarasan antar disiplin (Putri et al., 2023).

Untuk meningkatkan aspek keselamatan kerja dalam proyek konstruksi, konsep BIM dikembangkan menjadi BIM 8D dengan menambahkan dimensi *Safety, Health, and Environment* (SHE) ke dalam model proyek. BIM 8D secara khusus mengintegrasikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) ke dalam model digital proyek konstruksi. Dengan BIM 8D, seluruh elemen proyek termasuk struktur, area kerja, alat berat, serta perangkat keselamatan dapat dimodelkan secara tiga dimensi serta memungkinkan pengelolaan risiko keselamatan secara *real-time* (Szóstak dkk., 2024). BIM 8D memungkinkan identifikasi, analisis, dan mitigasi risiko kecelakaan sejak tahap desain hingga konstruksi. Fitur utama BIM 8D antara lain: pemetaan dan visualisasi area rawan bahaya, simulasi skenario evakuasi, pengujian efektivitas jalur evakuasi, serta penyusunan dan monitoring *safety plan* secara digital yang dapat diperbarui secara kolaboratif (Zhou dkk., 2012). Selain itu, BIM 8D dapat diintegrasikan dengan teknologi *cloud* dan perangkat *mobile*, sehingga memungkinkan pembaruan data jalur evakuasi serta pemantauan kondisi lapangan secara *real-time* oleh tim K3 di lapangan (Abanda dkk., 2018). Dengan pendekatan ini, BIM 8D memungkinkan pencegahan kecelakaan secara proaktif melalui kolaborasi lintas disiplin dan pemantauan kondisi lapangan secara digital (Szóstak dkk., 2024).

Jalur evakuasi adalah rute yang digunakan untuk memandu orang-orang menuju tempat aman selama keadaan darurat, seperti bencana alam atau kebakaran (Matondang dkk., 2024). Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang Pasal 31 menegaskan bahwa setiap bangunan gedung harus dilengkapi sarana penyelamatan, termasuk jalur evakuasi yang memperhitungkan kondisi

pengguna bangunan. Selanjutnya, Pasal 54 menyebutkan bahwa jalur evakuasi harus dirancang agar bebas hambatan dan menjamin kemudahan evakuasi dalam keadaan darurat. Di sisi lain, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 14 Tahun 2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung (Permen PUPR No. 14 Tahun 2017) menetapkan bahwa jalur evakuasi harus dilengkapi dengan tanda arah evakuasi, pencahayaan darurat, serta memiliki ukuran dan aksesibilitas sesuai standar keselamatan. Namun, studi oleh Alberthen dkk. (2025) menunjukkan bahwa pada bangunan bertingkat, jalur evakuasi sering kali tidak memenuhi standar, misalnya terlalu sempit, rumit, dan sulit diakses. Kondisi ini berpotensi menghambat proses penyelamatan saat terjadi keadaan darurat.

Di Indonesia, kebakaran Lapas Kelas I Tangerang pada 8 September 2021 menewaskan 41 narapidana dan melukai puluhan lainnya. Peristiwa ini terjadi pada dini hari dan berlangsung selama lebih dari satu jam. Proses evakuasi disebut mengalami hambatan signifikan akibat adanya sekat besi pada pintu evakuasi serta kurangnya sistem ventilasi dan peringatan dini, sehingga para petugas kesulitan menyelamatkan para penghuni blok C2 yang terbakar (Kompas.com, 2021). Menteri Hukum dan HAM juga mengakui bahwa sistem penguncian otomatis belum diterapkan, yang menjadi salah satu faktor lambatnya pembukaan sel saat keadaan darurat (BBC Indonesia, 2021). Peristiwa ini menunjukkan bahwa meskipun sistem pengamanan bangunan telah tersedia, ketidakterpenuhinya standar aksesibilitas jalur evakuasi dapat menyebabkan kegagalan total dalam proses penyelamatan.

Hal serupa terjadi pada skala internasional dalam tragedi kebakaran Grenfell Tower di London tahun 2017 yang menewaskan 72 orang dan melukai puluhan lainnya (London Fire Brigade, 2019). Banyak penghuni terjebak di dalam apartemen mereka karena jalur evakuasi, khususnya tangga darurat, tidak dapat diakses akibat asap dan api yang cepat menyebar ke lorong evakuasi (Grenfell Tower Inquiry, 2024). Desain gedung yang hanya memiliki satu jalur evakuasi utama serta tidak adanya sistem proteksi kebakaran yang memadai memperburuk situasi, sehingga proses evakuasi menjadi sangat sulit dan lambat (BBC, 2020).

Kedua peristiwa tersebut menegaskan bahwa jalur evakuasi yang tidak bebas hambatan dan tidak termonitoring dapat berakibat fatal. Oleh karena itu, pengelolaan jalur evakuasi yang dapat diakses setiap saat menjadi aspek krusial, baik dalam masa konstruksi maupun operasional gedung, guna mencegah terulangnya korban jiwa akibat kegagalan sistem evakuasi.

Sejumlah penelitian terdahulu mendukung efektivitas implementasi BIM 8D dalam meningkatkan keselamatan kerja melalui pemodelan jalur evakuasi dan simulasi kondisi darurat. Implementasi BIM 8D dalam perencanaan jalur evakuasi memungkinkan visualisasi rute evakuasi yang efektif. Pemodelan simulasi evakuasi dilakukan dengan memanfaatkan BIM, yang memungkinkan perencanaan jalur penyelamatan berbasis kondisi aktual gedung (Putra dkk., 2021). BIM dapat digunakan untuk memodelkan jalur evakuasi guna menyelamatkan penghuni dari ruangan atau tingkat tertentu, serta mendukung pemetaan risiko dan simulasi evakuasi untuk memastikan kelayakan jalur evakuasi (Nugroho dkk., 2022). Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas BIM 8D dalam meningkatkan keselamatan kerja, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pemantauan jalur evakuasi yang *real-time* masih perlu dikembangkan untuk menjawab dinamika progres proyek konstruksi yang terus berubah.

Pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda merupakan proyek yang berlokasi di Jalan Ir. H. Juanda No. 35-38 Kel. Kebon Kelapa, Gambir, Jakarta Pusat dengan luas area $\pm 59.545 \text{ m}^2$ dan terdiri dari 16 lantai + 1 *rooftop*. Proyek ini dibangun oleh PT Acset Indonusa Tbk sebagai kontraktor utama, dengan berbagai aktivitas konstruksi yang berlangsung secara intensif. Dalam proyek konstruksi berskala besar seperti ini, keselamatan kerja menjadi prioritas utama, termasuk pengelolaan jalur evakuasi dalam kondisi darurat. Jalur evakuasi harus selalu tersedia dan mudah diakses agar proses evakuasi dapat dilakukan dengan selamat (Karlina dkk., 2021).

Pada proyek pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda, ditemukan permasalahan nyata terkait jalur evakuasi yang tidak dapat diakses saat kegiatan konstruksi berlangsung. Permasalahan ini terjadi pada tanggal 22 Januari 2025, ketika ditemukan adanya penumpukan material konstruksi

berupa hebel dan semen yang menutupi jalur evakuasi di lantai 9 bangunan. Penumpukan tersebut terjadi akibat keterbatasan ruang penyimpanan material di area proyek, sehingga pekerja memilih menempatkan material pada area yang seharusnya menjadi jalur evakuasi darurat. **Gambar 1.1** menunjukkan kondisi aktual di lapangan, yaitu tumpukan material menghalangi akses menuju jalur evakuasi. Kondisi ini tercatat dalam surat teguran nomor 016/SHE.SM/AC/EHJ/I/2025 yang dikeluarkan oleh tim K3 proyek kepada mandor yang bertanggung jawab atas area terdampak. Teguran tersebut menekankan pentingnya menjaga jalur evakuasi tetap bebas dari hambatan guna memastikan keselamatan pekerja di lapangan. Namun pada praktiknya, pengawasan terhadap area jalur evakuasi belum optimal, sehingga penumpukan material masih kerap terjadi, terutama di area yang tidak terjangkau pengawasan langsung.



Gambar 1. 1 Material yang Menutupi Jalur Evakuasi (Dokumen Proyek, 2025)

Akibat penumpukan material tersebut, proses evakuasi dalam keadaan darurat dapat terhambat. Dalam skenario seperti kebakaran, atau insiden lain yang memerlukan evakuasi cepat, pekerja yang berada di dalam gedung akan kesulitan keluar dari area berbahaya karena jalur evakuasi yang tertutup atau menyempit. Situasi ini sangat berisiko menimbulkan korban jiwa maupun cedera serius, terlebih pada proyek berskala besar dengan jumlah pekerja yang banyak dan area kerja yang luas. Permasalahan ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan jalur evakuasi pada proyek belum sepenuhnya termonitoring terhadap perubahan kondisi lapangan yang dinamis. Penempatan material yang tidak terkontrol, tidak adanya pembaruan data kondisi lapangan secara berkala,

serta keterbatasan pemantauan menjadi penyebab terhambatnya akses evakuasi. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem berbasis teknologi berupa penerapan BIM 8D yang terintegrasi dengan platform berbasis *cloud*, yang mampu memodelkan jalur evakuasi utama dan alternatif secara preventif, serta mendukung pemantauan dan pembaruan informasi jalur evakuasi secara digital dan *real-time* sesuai dengan perubahan kondisi lapangan.

Permasalahan tersebut berkaitan dengan kebutuhan sistem pengelolaan jalur evakuasi yang mampu mendukung perencanaan dan pengelolaan jalur evakuasi secara preventif, khususnya dalam penyediaan jalur evakuasi utama dan alternatif yang telah dirancang sebelumnya dan diberi penandaan yang jelas sesuai dengan potensi kondisi darurat. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan BIM, khususnya pada dimensi 8D yang mengintegrasikan aspek keselamatan kerja dalam pemodelan 3D untuk mendukung perencanaan jalur evakuasi dan skenario evakuasi alternatif. Untuk mengoptimalkan fungsinya, BIM 8D dapat diintegrasikan dengan teknologi berbasis *cloud*, sehingga informasi dan penandaan jalur evakuasi dapat diperbarui dan dibagikan secara *real-time* serta dikelola secara kolaboratif oleh para *safety officer*. Menurut Nugroho dkk. (2022), penerapan BIM meningkatkan kolaborasi antar tim proyek dan memungkinkan pemodelan digital yang akurat untuk perencanaan keselamatan kerja, termasuk pemetaan jalur evakuasi dan analisis risiko secara lebih responsif. Pendekatan ini mendukung pengembangan sistem manajemen jalur evakuasi yang terintegrasi, preventif dalam mencegah kecelakaan, dan selaras dengan dinamika proyek konstruksi.

Perencanaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini mencakup pemodelan digital jalur evakuasi pada proyek pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda, yang kemudian diintegrasikan ke dalam platform *Autodesk Construction Cloud* (ACC). Melalui pemanfaatan fitur-fitur ACC seperti *issue*, perencanaan ini memungkinkan tim keselamatan untuk memantau secara *real-time* kondisi jalur evakuasi, menandai area berisiko, serta menyesuaikan rute evakuasi secara cepat jika terdapat hambatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pemanfaatan BIM 8D yang terintegrasi dengan teknologi berbasis *cloud* dapat mendukung pengelolaan dan penandaan jalur evakuasi secara *real-time* sesuai dengan kondisi proyek konstruksi.

1.2 Fokus Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan alternatif jalur evakuasi secara *real-time* melalui penerapan BIM 8D pada platform Autodesk Revit yang diintegrasikan dengan *Autodesk Construction Cloud* (ACC), sebagai respons terhadap tertutupnya jalur evakuasi oleh penumpukan material konstruksi pada proyek pembangunan Eka Hospital Juanda.

1.3 Perumusan Masalah

Bagaimana penerapan BIM 8D dalam memberikan alternatif jalur evakuasi yang terintegrasi dengan *cloud* akibat tertutupnya jalur evakuasi oleh material konstruksi pada proyek pembangunan Eka Hospital Juanda?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa jalur evakuasi alternatif berbasis *Building Information Modelling* (BIM) 8D yang terintegrasi dengan teknologi *cloud*, sebagai solusi terhadap tertutupnya jalur evakuasi akibat penumpukan material konstruksi pada proyek pembangunan Gedung Eka Hospital Juanda.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk memahami penerapan konsep BIM 8D dalam meningkatkan keselamatan kerja di proyek konstruksi. Mahasiswa dapat mempelajari bagaimana BIM 8D dimanfaatkan dalam penyesuaian alternatif jalur evakuasi secara digital.

2. Manfaat Bagi Universitas Negeri Jakarta

Penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur akademik di bidang teknologi konstruksi dan keselamatan kerja, khususnya melalui penerapan BIM 8D. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan pembelajaran dan penelitian terkait teknologi digital dalam manajemen proyek.

3. Manfaat Bagi Industri

Penelitian ini memberikan wawasan mengenai penerapan BIM 8D berbasis *Autodesk Construction Cloud* (ACC) sebagai solusi digital untuk merespons perubahan jalur evakuasi akibat kondisi lapangan. Dengan pemantauan dan penyesuaian jalur secara *real-time*, industri dapat meningkatkan efektivitas mitigasi risiko keselamatan kerja di proyek konstruksi.

4. Manfaat Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan kajian lebih lanjut mengenai pemanfaatan BIM 8D dalam aspek keselamatan kerja lainnya, serta membuka peluang integrasi dengan teknologi digital lain di proyek konstruksi.

