

Implementasi BIM pada Proyek Konstruksi Gedung untuk Meningkatkan Keselamatan dan Mengurangi Risiko : Studi Kasus Gedung Rumah Susun di Kabupaten Gowa

Ilham Idrus¹

¹ Universitas Islam Makassar

ilhamidrus@uim-makassar.ac.id

Abstrak

Implementasi Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko. Melalui kemampuan visualisasi, koordinasi, serta deteksi benturan (clash detection), BIM membantu meminimalkan kesalahan perencanaan dan potensi bahaya di lapangan. Penelitian ini menganalisis penerapan BIM pada proyek gedung dan dampaknya terhadap pengelolaan risiko. Hasilnya menunjukkan bahwa BIM mampu meningkatkan efektivitas pengawasan, mempermudah identifikasi risiko, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat sehingga keselamatan kerja lebih terjamin.

Kata kunci: BIM, keselamatan kerja, risiko konstruksi, deteksi benturan, proyek gedung.

Abstract

The implementation of Building Information Modeling (BIM) in apartment building construction projects contributes significantly to improving work safety and reducing risks. Through its visualization, coordination, and clash detection capabilities, BIM helps minimize planning errors and potential hazards in the field. This study analyzes the application of BIM in building projects and its impact on risk management. The results show that BIM can improve the effectiveness of supervision, facilitate risk identification, and support faster and more accurate decision-making, thereby ensuring greater work safety.

Keywords: BIM, work safety, construction risk, clash detection, building project.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi gedung apartemen merupakan aktivitas yang kompleks dan melibatkan banyak pihak, sehingga memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Permasalahan seperti kurangnya koordinasi, kesalahan desain, serta keterlambatan identifikasi potensi bahaya

sering menyebabkan kecelakaan dan kerugian material. Di era digital, Building Information Modeling (BIM) hadir sebagai teknologi yang mampu meningkatkan kualitas perencanaan dan pelaksanaan konstruksi melalui visualisasi model 3D, deteksi benturan, serta integrasi informasi proyek.

Penerapan BIM diyakini dapat membantu mengidentifikasi risiko sejak tahap awal, meningkatkan komunikasi antar-stakeholder, serta memberikan gambaran lebih akurat terkait kondisi lapangan. Dengan demikian, BIM berpotensi besar untuk meningkatkan keselamatan kerja serta mengurangi risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana implementasi BIM dapat mendukung manajemen risiko dan keselamatan secara lebih efektif. (Khan, W. A., Mustaq, T., 2014)

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen?
2. Risiko dan potensi bahaya apa saja yang dapat diidentifikasi melalui penggunaan BIM?
3. Bagaimana BIM berperan dalam meningkatkan keselamatan kerja pada proyek konstruksi gedung apartemen?
4. Sejauh mana BIM mampu mengurangi risiko yang terjadi selama proses konstruksi?
5. Faktor apa yang mempengaruhi efektivitas implementasi BIM dalam mendukung keselamatan dan pengurangan risiko?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen.
2. Mengidentifikasi risiko dan potensi bahaya yang dapat terdeteksi melalui penggunaan BIM.

3. Menjelaskan peran BIM dalam meningkatkan keselamatan kerja pada proyek konstruksi.
4. Menilai efektivitas BIM dalam mengurangi risiko selama proses pembangunan gedung.
5. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi BIM dalam mendukung keselamatan dan manajemen risiko.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis
Menambah wawasan dan literatur mengenai peran Building Information Modeling (BIM) dalam manajemen risiko dan keselamatan konstruksi. Memberikan kontribusi bagi pengembangan konsep penerapan teknologi digital dalam peningkatan keselamatan kerja pada proyek konstruksi gedung apartemen.
2. Manfaat Praktis
Memberikan informasi bagi kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek mengenai efektivitas BIM dalam mengidentifikasi risiko dan mencegah kecelakaan kerja.
Menjadi acuan bagi pelaksanaan proyek konstruksi yang ingin mengintegrasikan BIM sebagai upaya peningkatan keselamatan kerja.
Membantu pihak terkait dalam membuat keputusan yang lebih tepat melalui data visual dan analisis berbasis BIM. (Khamim & Zenurianto, Mohamad, 2022)

1.5 Batasan Penelitian

1. Penelitian hanya berfokus pada penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen, tidak mencakup jenis proyek infrastruktur lainnya.
2. Aspek yang dianalisis dibatasi pada kontribusi BIM terhadap keselamatan kerja dan pengurangan risiko, bukan pada aspek biaya atau produktivitas secara menyeluruh.
3. Data penelitian diperoleh dari studi kasus, observasi, wawancara, dan dokumen proyek tertentu sehingga tidak mewakili seluruh proyek konstruksi di Indonesia.
4. Penelitian hanya menilai penggunaan fitur BIM seperti visualisasi 3D, 4D, dan clash detection tanpa membahas implementasi BIM Level 3 atau integrasi IoT.
5. Analisis risiko difokuskan pada risiko operasional dan keselamatan, tidak termasuk risiko finansial atau risiko kontraktual.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) merupakan suatu pendekatan berbasis teknologi yang memanfaatkan model digital tiga dimensi untuk memfasilitasi proses perencanaan, perancangan, konstruksi, hingga

pengelolaan bangunan. BIM tidak hanya menyajikan representasi visual, tetapi juga mengintegrasikan informasi terkait material, biaya, jadwal, dan spesifikasi teknis sehingga menjadi alat yang komprehensif dalam manajemen proyek konstruksi.

Menurut berbagai literatur, BIM berfungsi sebagai platform kolaboratif yang memungkinkan seluruh stakeholder, seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemilik proyek, bekerja pada satu sumber data yang sama. Dengan adanya integrasi data, potensi miskomunikasi dapat diminimalkan, dan koordinasi antar-disiplin menjadi lebih efektif. (Gunawan & Kartika, 2021)

Penerapan BIM umumnya melibatkan beberapa tahapan, mulai dari pemodelan 3D, penjadwalan waktu (4D), estimasi biaya (5D), analisis keberlanjutan (6D), hingga pengelolaan fasilitas (7D). Setiap dimensi memberikan nilai tambah pada proses pengambilan keputusan, sehingga BIM menjadi teknologi penting dalam meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keselamatan proyek konstruksi.

Dalam konteks keselamatan kerja, BIM berperan dalam memberikan visualisasi kondisi lapangan secara lebih detail, memungkinkan deteksi benturan (clash detection), serta membantu memprediksi potensi bahaya sejak tahap desain. Dengan demikian, BIM menjadi dasar penting bagi pengurangan risiko dan peningkatan keselamatan pada proyek konstruksi gedung apartemen.

2.2 Keselamatan Kerja pada Proyek Konstruksi gedung Apartemen

Keselamatan kerja pada proyek konstruksi gedung apartemen merupakan aspek yang sangat penting mengingat tingginya potensi kecelakaan di lingkungan konstruksi. Proyek gedung melibatkan aktivitas yang kompleks, penggunaan alat berat, pekerjaan di ketinggian, serta interaksi banyak tenaga kerja yang bekerja secara bersamaan. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan apabila tidak dikelola dengan sistem keselamatan yang baik.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam konstruksi bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya, meminimalkan kerugian material, serta menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif. Penerapan K3 mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, penyediaan alat pelindung diri (APD), pelatihan keselamatan, serta pengawasan berkala di lapangan. (Ali et al., 2022b)

Faktor risiko yang sering muncul dalam proyek gedung antara lain jatuh dari ketinggian, tertimpa material, kesalahan pemasangan struktur, kegagalan peralatan, kebakaran, kelistrikan, serta risiko akibat human error. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan keselamatan yang terstruktur dan berbasis data agar bahaya dapat diminimalkan sejak tahap desain hingga pelaksanaan.

Pengelolaan keselamatan yang baik melibatkan seluruh pihak terkait, mulai dari manajer proyek, kontraktor, konsultan pengawas, hingga pekerja di lapangan. Penerapan teknologi, termasuk Building Information

Modeling (BIM), dapat mendukung upaya pencegahan kecelakaan dengan menyediakan visualisasi risiko secara lebih jelas dan membantu koordinasi langkah-langkah keselamatan. Dengan demikian, keselamatan kerja pada proyek gedung menjadi faktor penting yang berkontribusi langsung terhadap keberhasilan proyek dan kesejahteraan tenaga kerja.

2.3 Hubungan BIM dengan Keselamatan dan Pengurangan Risiko

Building Information Modeling (BIM) memiliki peran penting dalam meningkatkan keselamatan kerja serta mengurangi risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen. Melalui kemampuan visualisasi 3D dan integrasi informasi, BIM memungkinkan identifikasi potensi bahaya sejak tahap perencanaan, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih awal. Hal ini berbeda dengan metode konvensional yang sering kali baru mendeteksi risiko ketika proyek sudah berjalan.

Salah satu fitur utama BIM dalam mendukung keselamatan adalah *clash detection*, yaitu kemampuan untuk mendeteksi benturan atau konflik antar elemen desain yang berpotensi menimbulkan kegagalan struktur atau risiko bagi pekerja. Selain itu, BIM juga memungkinkan simulasi 4D (waktu) dan 5D (biaya) yang membantu memprediksi kondisi lapangan, urutan kerja, dan area yang memiliki tingkat bahaya tinggi pada fase konstruksi. (Ali et al., 2022a)

Dengan menyediakan data yang akurat dan terintegrasi, BIM meningkatkan koordinasi antara tim desain, kontraktor, dan pengawas lapangan, sehingga miskomunikasi dapat diminimalkan. Komunikasi yang baik ini berpengaruh langsung terhadap mitigasi risiko, terutama terkait penempatan scaffolding, akses pekerja, logistik material, dan area berbahaya.

BIM juga dapat digunakan untuk menyusun rencana keselamatan yang lebih komprehensif, seperti simulasi jalur evakuasi, identifikasi zona bahaya, serta analisis skenario kecelakaan. Melalui pendekatan berbasis model, proses evaluasi risiko menjadi lebih cepat, tepat, dan dapat divisualisasikan dengan jelas kepada seluruh stakeholder.

Secara keseluruhan, integrasi BIM dalam manajemen proyek konstruksi tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keselamatan kerja dan pengurangan risiko. Hal ini membuat BIM menjadi alat yang strategis dalam mewujudkan proyek konstruksi yang lebih aman dan berkelanjutan.

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko pada proyek konstruksi telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Secara umum, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa BIM mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan koordinasi, deteksi risiko, serta efisiensi proses konstruksi. (Eastman et al., 2008)

Penelitian Aulia (2020) menunjukkan bahwa penggunaan BIM 4D secara efektif membantu mengidentifikasi urutan kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan pada proyek gedung bertingkat. Visualisasi waktu dan ruang melalui BIM terbukti mampu meminimalkan risiko tabrakan aktivitas dan kesalahan penempatan peralatan.

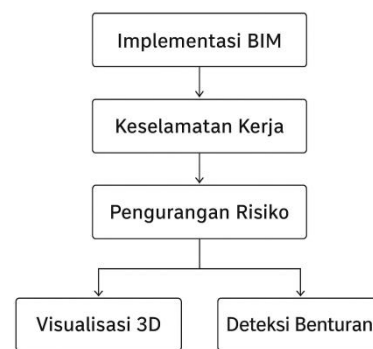
Sementara itu, penelitian oleh Santoso dan Hidayat (2021) menegaskan bahwa fitur *clash detection* dalam BIM dapat mengurangi risiko kesalahan desain hingga 35%, terutama pada sistem mekanikal, elektrik, dan plumbing (MEP). Pengurangan kesalahan ini berdampak langsung pada berkurangnya potensi kecelakaan yang disebabkan oleh konflik desain.

Penelitian lain oleh Putra (2022) menemukan bahwa BIM dapat meningkatkan efektivitas komunikasi antar-stakeholder, terutama dalam proses identifikasi zona bahaya dan rencana keselamatan kerja. Penggunaan model BIM sebagai alat koordinasi membantu kontraktor dalam menyusun strategi mitigasi risiko secara lebih sistematis.

Selain itu, studi oleh Lee et al. (2019) menunjukkan bahwa integrasi BIM dengan teknologi sensor dan data keamanan mampu mendukung pemantauan kondisi lapangan secara real-time, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa BIM memiliki potensi besar dalam mendukung peningkatan keselamatan kerja dan pengurangan risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen. Temuan-temuan ini menjadi landasan bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan metode dan strategi implementasi BIM yang lebih efektif. (Goulding & Rahimian, 2019)

2.5 Kerangka Pikir



Gambar 1 Kerangka pikir

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan **jenis penelitian deskriptif kualitatif** yang bertujuan untuk menggambarkan, menganalisis, dan memahami proses implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen. Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu menggali informasi secara

mendalam mengenai fenomena, pengalaman, serta sudut pandang para stakeholder proyek.

Pendekatan kualitatif juga memungkinkan peneliti menginterpretasikan data berdasarkan kondisi lapangan, perilaku pekerja, alur kerja, serta pemanfaatan teknologi BIM dalam aktivitas konstruksi. Melalui wawancara, observasi, dan studi dokumen, penelitian ini berfokus pada makna dan proses, bukan pada pengukuran numerik. Dengan demikian, jenis dan pendekatan penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman komprehensif mengenai sejauh mana implementasi BIM berkontribusi terhadap upaya peningkatan keselamatan kerja dan pengurangan risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen. (Ding et al., 2023)

3.2 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu proyek konstruksi gedung apartemen yang sedang dalam tahap pembangunan di Kabupaten Gowa. Lokasi penelitian dipilih karena proyek tersebut telah menerapkan Building Information Modeling (BIM) sebagai bagian dari manajemen perencanaan dan pelaksanaannya. Lingkungan proyek yang aktif memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melakukan observasi langsung terhadap penggunaan BIM dalam proses konstruksi.

Objek penelitian dalam studi ini adalah **implementasi BIM** pada proyek gedung, khususnya terkait pemanfaatannya dalam meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko. Fokus objek meliputi proses pemodelan BIM, fitur yang digunakan (seperti visualisasi 3D, simulasi 4D, dan *clash detection*), serta bagaimana teknologi tersebut membantu penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lapangan.

Selain itu, penelitian juga mencakup pengamatan terhadap koordinasi antar-tim proyek, dokumentasi keselamatan, serta strategi mitigasi risiko yang diintegrasikan melalui BIM. Objek ini dipilih untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas BIM dalam mendukung manajemen keselamatan pada proyek konstruksi gedung apartemen. (Manzoor et al., 2025)

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan menggunakan beberapa teknik agar informasi yang diperoleh lebih lengkap, akurat, dan mendalam. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan
2. Wawancara Mendalam
3. Studi Dokumen
4. Dokumentasi

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah **analisis data kualitatif** dengan mengikuti tahapan yang dikemukakan oleh Miles dan Huberman, yaitu:

1. Reduksi Data (Data Reduction)

Pada tahap ini, data yang diperoleh dari observasi, wawancara, dan studi dokumen diseleksi, dipilih, dan

dirangkum. Data yang relevan dengan implementasi BIM, keselamatan kerja, dan pengurangan risiko difokuskan, sedangkan data yang tidak terkait dieliminasi. Tujuan reduksi data adalah menyederhanakan informasi agar lebih mudah dianalisis. (Santoso et al., 2024)

2. Penyajian Data (Data Display)

Data yang telah direduksi kemudian disajikan dalam bentuk narasi, tabel, bagan, atau diagram untuk mempermudah peneliti memahami hubungan antarvariabel. Penyajian data membantu melihat pola, temuan penting, dan keterkaitan antara penggunaan BIM dan upaya peningkatan keselamatan kerja di proyek konstruksi. (Mieslenna & Wibowo, 2019)

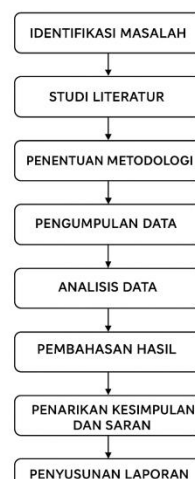
3. Penarikan Kesimpulan dan Verifikasi (Conclusion Drawing/Verification)

Pada tahap ini, peneliti menarik kesimpulan berdasarkan temuan yang telah disajikan. Kesimpulan tersebut kemudian diverifikasi dengan membandingkan hasil observasi, data dokumen, dan hasil wawancara untuk memastikan validitas dan konsistensi temuan.

Melalui proses analisis ini, peneliti dapat menyimpulkan bagaimana BIM berperan dalam mengurangi risiko dan mendukung keselamatan pada proyek konstruksi gedung apartemen.

3.5 Alur Penelitian

ALUR PENELITIAN



Gambar 2 Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

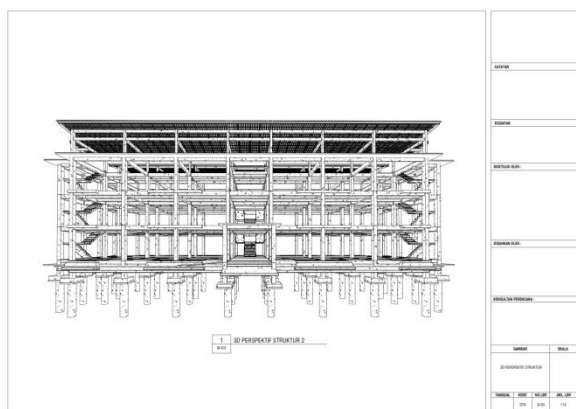
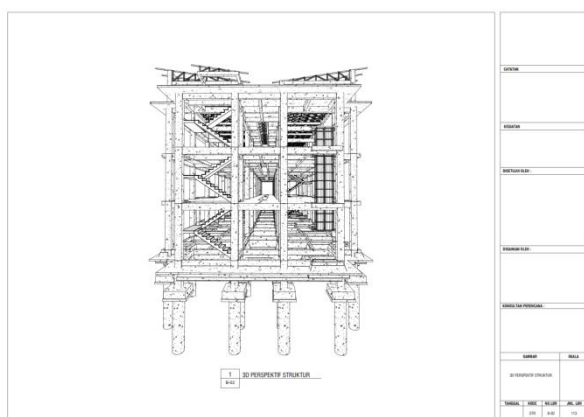
4.1 Gambaran Umum Proyek Konstruksi gedung Apartemen

Proyek konstruksi gedung apartemen yang menjadi objek penelitian ini merupakan pembangunan fasilitas gedung bertingkat yang digunakan sebagai rumah hunian. Proyek dilaksanakan oleh perusahaan konstruksi yang telah menerapkan teknologi Building Information Modeling (BIM) pada tahap perencanaan, koordinasi desain, serta sebagian proses konstruksi.

Gedung ini memiliki jumlah lantai sebanyak 4 lantai dengan luas total bangunan mencapai 869,50 m². Lingkup pekerjaan meliputi pekerjaan struktur, arsitektur, mekanikal–elektrikal (MEP), serta pekerjaan utilitas pendukung lainnya. Dalam pelaksanaannya, proyek melibatkan berbagai pihak seperti pemilik proyek, konsultan perencana, konsultan pengawas, serta kontraktor pelaksana.(Hutama & Sekarsari, 2018)

Implementasi BIM dalam proyek ini digunakan sebagai alat koordinasi antar-disiplin untuk mendeteksi benturan (*clash detection*), pemodelan 3D, serta penyusunan jadwal berbasis 4D. Selain itu, BIM membantu dalam identifikasi potensi risiko keselamatan, khususnya pada area kerja yang memiliki tingkat bahaya tinggi seperti pekerjaan di ketinggian, instalasi MEP, dan pekerjaan struktur.

Gambaran umum ini memberikan dasar pemahaman terkait kondisi proyek sehingga analisis implementasi BIM terhadap keselamatan kerja dapat dilakukan secara lebih terarah sesuai konteks lapangan.



4.2 Implementasi BIM pada Proyek

Implementasi Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen ini dilakukan pada beberapa tahapan utama, mulai dari perencanaan, koordinasi desain, hingga pelaksanaan konstruksi di lapangan. BIM digunakan sebagai alat utama dalam integrasi informasi, visualisasi desain, serta analisis risiko keselamatan.(Azhar, 2011)

1. Pemodelan 3D (3D Modeling)

Tim perencana membuat model 3D yang mencakup elemen arsitektur, struktur, dan MEP. Model tersebut berfungsi sebagai representasi digital gedung sekaligus menjadi dasar koordinasi antar-disiplin. Pemodelan 3D membantu mengidentifikasi area berpotensi bahaya seperti ruang sempit, jalur instalasi MEP, serta titik kerja di ketinggian.

2. Clash Detection

Salah satu penerapan utama BIM adalah proses *clash detection* untuk mendeteksi benturan antar-komponen sebelum pekerjaan dilakukan di lapangan. Proses ini mengurangi risiko perubahan desain, meminimalkan pekerjaan ulang, dan mencegah kondisi kerja berbahaya akibat instalasi yang tidak sesuai.

3. Penjadwalan 4D (4D Simulation)

BIM dikombinasikan dengan jadwal proyek untuk menghasilkan simulasi 4D yang menggambarkan urutan pekerjaan. Simulasi ini digunakan untuk memprediksi potensi risiko keselamatan pada setiap tahapan, seperti kebutuhan scaffolding, akses pekerja, serta penempatan material.

4. Analisis Risiko Berbasis Model BIM

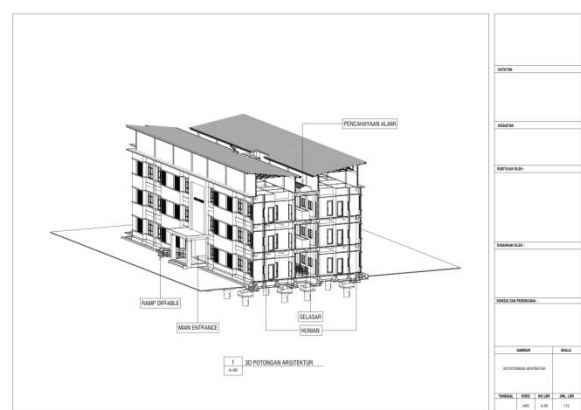
Model BIM juga digunakan oleh tim K3 untuk mengidentifikasi dan memetakan potensi bahaya. Informasi visual dalam model memudahkan perencanaan langkah mitigasi, seperti penempatan rambu, jalur evakuasi, dan area terlarang (*restricted zone*).

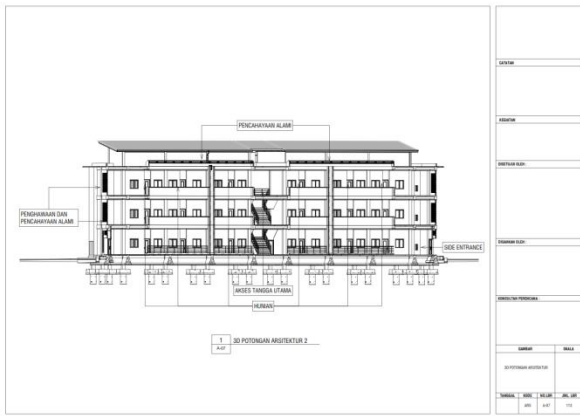
5. Koordinasi dan Komunikasi Tim Proyek

Pertemuan koordinasi rutin (*coordination meeting*) dilakukan dengan menggunakan model BIM sebagai alat komunikasi utama. Setiap perubahan desain, update jadwal, serta temuan benturan dapat dibahas dengan jelas dan terukur, sehingga mengurangi miskomunikasi antar-tim.

6. Dokumentasi dan Pelaporan

BIM digunakan untuk menghasilkan gambar kerja, *shop drawing*, serta laporan visual yang mendukung pelaksanaan pekerjaan. Dokumentasi berbasis BIM juga digunakan untuk mencatat perubahan lapangan dan kondisi terkait keselamatan.





4.3 Identifikasi Risiko dan Potensi Kecelakaan

Identifikasi risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen dilakukan dengan memanfaatkan data lapangan, wawancara, serta analisis model BIM yang digunakan dalam proyek. Melalui proses ini, sejumlah risiko dan potensi kecelakaan dapat dipetakan secara lebih akurat berdasarkan kondisi aktual proyek.

1. Risiko pada Pekerjaan Struktur

Pada pekerjaan struktur seperti pengecoran, pemasangan bekisting, dan pekerjaan di ketinggian, ditemukan beberapa risiko utama, antara lain:

Jatuh dari ketinggian akibat akses kerja yang tidak aman.

Kejatuhan material dari lantai atas.

Keruntuhan sementara bekisting atau perancah.

Model BIM membantu memvisualisasikan lokasi perancah, area pengecoran, serta jalur akses pekerja sehingga risiko dapat diidentifikasi sebelum pekerjaan dimulai.

2. Risiko pada Pekerjaan MEP

Pemasangan instalasi mekanikal, elektrikal, dan plumbing memiliki potensi bahaya seperti:

Clash antara pipa dan kabel yang dapat mengakibatkan bahaya listrik.

Pekerjaan pada ruang sempit yang meningkatkan risiko terjepit atau kekurangan ventilasi.

Penggunaan alat berat seperti mesin bor yang dapat menyebabkan cedera.

Melalui *clash detection*, potensi benturan antar-instalasi dapat diidentifikasi sehingga pekerjaan berlangsung lebih aman.

3. Risiko pada Pekerjaan Arsitektur

Risiko yang muncul pada pekerjaan arsitektur meliputi:

Terpeleset atau tersandung akibat kondisi lantai yang belum selesai.

Paparan debu atau bahan kimia dari pekerjaan finishing.

Pengangkatan material berat yang berpotensi menyebabkan cedera otot.

BIM membantu menunjukkan area pekerjaan finishing dan jalur pergerakan material sehingga perencanaan mitigasi menjadi lebih akurat.

4. Risiko dari Mobilisasi Alat dan Material

Potensi kecelakaan ditemukan pada:

Pergerakan alat berat seperti crane, forklift, atau manlift.

Penempatan material yang tidak sesuai sehingga mengganggu jalur evakuasi.

Risiko tabrakan alat dengan pekerja di area kerja padat.

Model BIM digunakan untuk memetakan zona pergerakan alat dan jalur logistik, sehingga potensi bahaya dapat diminimalkan.

5. Risiko Lingkungan Kerja

Beberapa risiko umum meliputi:

Paparan kebisingan tinggi.

Kondisi pencahayaan buruk pada area tertentu.

Bahaya listrik dari instalasi sementara.

Visualisasi BIM membantu memetakan area rawan dan menentukan lokasi pemasangan rambu keselamatan, lampu sementara, serta peralatan proteksi lainnya.

4.4 Peran BIM dalam Meningkatkan Keselamatan

Implementasi Building Information Modeling (BIM) memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan keselamatan kerja pada proyek konstruksi gedung apartemen. Melalui kemampuan visualisasi, integrasi data, serta analisis yang lebih akurat, BIM membantu tim proyek dalam merencanakan, mengidentifikasi, serta mengendalikan risiko secara lebih efektif.

1. Visualisasi Bahaya Secara 3D

Model BIM memberikan gambaran visual tiga dimensi mengenai kondisi proyek. Visualisasi ini membantu tim K3 mengenali area berbahaya seperti titik jatuh, ruang terbatas, atau lokasi alat berat sebelum pekerjaan dilakukan. Dengan demikian, perencanaan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat dan terukur.

2. Deteksi Benturan untuk Menghindari Kondisi Kerja Berbahaya

Proses *clash detection* memungkinkan identifikasi benturan antar-elemen struktur, arsitektur, dan MEP sebelum pemasangan dilakukan. Temuan benturan ini mengurangi risiko pekerjaan ulang yang sering kali menimbulkan kondisi tidak aman bagi pekerja.

3. Simulasi Penjadwalan 4D untuk Manajemen Risiko

BIM 4D memungkinkan simulasi urutan pekerjaan sehingga potensi bahaya pada setiap tahapan dapat dianalisis terlebih dahulu. Tim K3 dapat menentukan waktu yang tepat untuk pemasangan perancah, penempatan alat berat, dan pembatasan area kerja.

4. Pemetaan Jalur Evakuasi dan Area Terlarang

Dengan memanfaatkan model BIM, tim proyek dapat menentukan jalur evakuasi, titik kumpul (*assembly point*), serta area terlarang (*restricted zone*) dengan lebih akurat. Informasi ini kemudian diterapkan ke lapangan melalui rambu keselamatan dan prosedur K3.

5. Mendukung Koordinasi Antar-Tim

Model BIM berfungsi sebagai alat komunikasi utama selama rapat koordinasi. Dengan melihat model yang sama, manajer proyek, kontraktor, dan tim K3 dapat mendiskusikan potensi risiko dan menentukan langkah mitigasi secara lebih efektif.

6. Dokumentasi Keselamatan Berbasis Model

BIM memudahkan dokumentasi keselamatan, seperti laporan inspeksi, catatan potensi bahaya, dan revisi desain

yang diperlukan. Dokumentasi visual menjadi lebih mudah dipahami dan mengurangi kesalahan interpretasi.

7. Pendukung Pelatihan Keselamatan Pekerja

Model BIM digunakan sebagai media pelatihan dengan menampilkan simulasi kondisi lapangan. Pekerja dapat memahami area bahaya sebelum memasuki lokasi proyek, sehingga risiko kecelakaan dapat ditekan.

4.5 Analisis Efektivitas Implementasi BIM

Analisis efektivitas dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen mampu meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko. Hasil analisis menunjukkan bahwa BIM memberikan dampak positif pada berbagai aspek manajemen proyek, khususnya terkait identifikasi bahaya, koordinasi lapangan, dan pengambilan keputusan.

1. Efektivitas dalam Identifikasi Risiko

BIM terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya melalui visualisasi 3D dan *clash detection*. Sebagian besar risiko yang biasanya baru teridentifikasi di lapangan dapat diketahui sejak tahap perencanaan, sehingga tindakan mitigasi dapat direncanakan lebih baik. Temuan lapangan menunjukkan penurunan jumlah *rework* dan pengurangan potensi kecelakaan akibat kesalahan desain.

2. Efektivitas dalam Koordinasi Proyek

Koordinasi antar-disiplin meningkat secara signifikan setelah penggunaan BIM. Pertemuan koordinasi yang sebelumnya memerlukan waktu lama menjadi lebih efisien karena seluruh tim dapat memahami kondisi dan risiko melalui model yang sama. BIM juga membantu mengurangi miskomunikasi antar-tim pelaksana.

3. Efektivitas dalam Pengendalian Keselamatan Kerja

Simulasi 4D memberikan gambaran yang jelas tentang urutan pekerjaan, sehingga area risiko tinggi dapat diantisipasi sebelum pelaksanaan. Data lapangan menunjukkan peningkatan kepatuhan terhadap prosedur K3, diikuti penurunan insiden kecil seperti *near-miss* dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*).

4. Efektivitas dalam Pengambilan Keputusan

Dengan adanya informasi yang terintegrasi, manajer proyek dapat mengambil keputusan lebih cepat dan tepat. BIM membantu memilih metode kerja yang lebih aman, menentukan waktu penggunaan alat berat, serta mengatur penempatan material agar tidak mengganggu jalur evakuasi.

5. Keterbatasan yang Masih Ditemukan

Meskipun efektif, implementasi BIM masih menghadapi beberapa kendala, seperti:

Keterbatasan kemampuan SDM dalam mengoperasikan BIM.

Ketidaksesuaian beberapa data lapangan dengan model digital yang belum diperbarui.

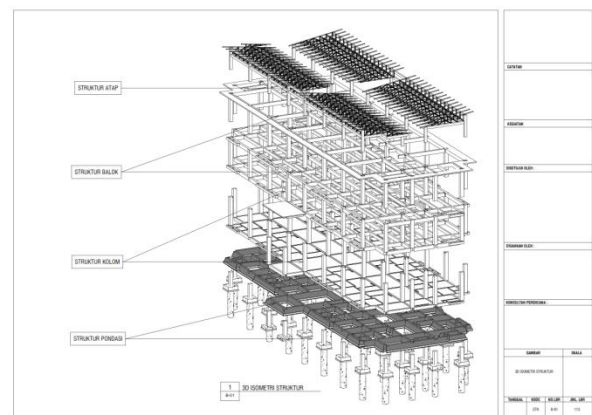
Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak dengan spesifikasi tinggi.

6. Dampak Keseluruhan Implementasi BIM

Secara keseluruhan, BIM dinilai sangat efektif dalam mendukung keselamatan kerja. Penerapannya mampu menurunkan potensi risiko, meningkatkan perencanaan keselamatan, dan meminimalkan pekerjaan yang dapat menimbulkan bahaya. Efektivitas ini sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko pada proyek konstruksi gedung apartemen.

4.6 Diskusi Temuan Penelitian

Bagian ini membahas secara mendalam temuan penelitian mengenai implementasi Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi gedung apartemen serta dampaknya terhadap keselamatan dan pengurangan risiko. Temuan penelitian menunjukkan bahwa BIM memiliki peran strategis dalam mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman, meskipun masih terdapat beberapa tantangan dalam penerapannya.



1. Integrasi BIM dalam Manajemen Keselamatan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa BIM mampu meningkatkan efektivitas identifikasi dan mitigasi risiko melalui visualisasi 3D, *clash detection*, dan simulasi 4D. Hal ini mendukung teori sebelumnya yang menyatakan bahwa BIM bukan hanya alat desain, tetapi juga instrumen manajemen keselamatan yang kuat. Temuan ini memperkuat penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa BIM menurunkan tingkat kecelakaan pada proyek konstruksi.

2. Pengaruh BIM terhadap Koordinasi Tim Proyek

Temuan menunjukkan adanya peningkatan komunikasi antar-disiplin setelah penerapan BIM. Seluruh tim dapat memahami kondisi lapangan melalui satu model terintegrasi. Diskusi konstruksi menjadi lebih efektif dan kesalahan koordinasi lebih mudah diminimalkan. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti peran BIM sebagai alat kolaborasi lintas disiplin.

3. Efektivitas BIM dalam Memprediksi Area Risiko Tinggi

BIM terbukti membantu mengidentifikasi area berpotensi bahaya seperti zona kerja di ketinggian, jalur alat berat, dan area sempit. Simulasi proyek menggunakan BIM memungkinkan tim K3 memprediksi perubahan kondisi

lapangan dan melakukan intervensi preventif. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa BIM dapat mendukung *proactive safety management*.

4. Tantangan Implementasi BIM dalam Konteks Lapangan

Meskipun memberikan banyak manfaat, penelitian ini juga menemukan beberapa kendala, seperti keterbatasan kemampuan operator BIM, kebutuhan pelatihan intensif, serta perlunya sinkronisasi data lapangan dengan model digital. Kendala ini menunjukkan bahwa kesuksesan implementasi BIM sangat dipengaruhi oleh kesiapan SDM dan manajemen proyek.

5. Dampak Terhadap Budaya Keselamatan

Implementasi BIM berdampak positif pada peningkatan budaya keselamatan. Pekerja lebih memahami risiko melalui simulasi visual, sehingga kesadaran K3 meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa BIM tidak hanya meningkatkan aspek teknis, tetapi juga membentuk perilaku kerja yang lebih aman.

6. Implikasi Temuan Terhadap Praktik Proyek Konstruksi

Temuan ini memberikan dua implikasi utama:

Praktis: BIM harus dipromosikan sebagai alat wajib dalam manajemen keselamatan proyek.

Teoritis: Penelitian ini menambah bukti kuat bahwa BIM dapat menjadi fondasi penyusunan standar keselamatan berbasis teknologi di masa depan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *Implementasi BIM pada Proyek Konstruksi gedung apartemen untuk Meningkatkan Keselamatan dan Mengurangi Risiko*, dapat disimpulkan bahwa Building Information Modeling (BIM) memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efektivitas manajemen keselamatan pada proyek konstruksi.

Pertama, BIM mampu mengidentifikasi risiko dan potensi kecelakaan secara lebih dini melalui visualisasi 3D, *clash detection*, serta simulasi 4D. Hal ini memungkinkan perencanaan keselamatan dilakukan secara proaktif, bukan reaktif.

Kedua, implementasi BIM terbukti meningkatkan koordinasi antar-disiplin, sehingga mengurangi kesalahan komunikasi dan *rework* yang dapat memunculkan kondisi kerja berbahaya.

Ketiga, BIM memberikan dukungan penting dalam pengambilan keputusan terkait penjadwalan, penempatan material, dan penggunaan alat berat, sehingga efektivitas pengendalian risiko meningkat.

Meskipun demikian, penelitian ini juga menemukan adanya tantangan berupa keterbatasan SDM, perangkat teknologi, dan kebutuhan pembaruan data lapangan. Namun secara keseluruhan, BIM terbukti efektif dan layak diterapkan sebagai alat manajemen keselamatan untuk mengurangi risiko kecelakaan pada proyek konstruksi gedung apartemen.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan efektivitas implementasi BIM dalam menunjang keselamatan kerja pada proyek konstruksi gedung apartemen adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Kompetensi dan Pelatihan SDM

Perusahaan perlu memberikan pelatihan berkala terkait penggunaan BIM, baik bagi perencana, pelaksana, maupun tim K3. Peningkatan pemahaman teknis dan kemampuan operasional akan mendukung penerapan BIM secara optimal.

2. Standarisasi Prosedur Keselamatan Berbasis BIM

Diperlukan penyusunan standar dan pedoman kerja yang mengintegrasikan BIM dengan manajemen keselamatan. Hal ini mencakup prosedur *clash detection*, pembaruan model, serta mekanisme evaluasi risiko berbasis simulasi.

3. Penerapan Pembaruan Model Secara Real-Time

Agar hasil analisis risiko lebih akurat, pembaruan data lapangan perlu dilakukan secara konsisten. Model BIM harus selalu mencerminkan kondisi terbaru, sehingga keputusan yang diambil tetap relevan dan tepat sasaran.

4. Optimalisasi Penggunaan Simulasi BIM 4D untuk K3

Simulasi jadwal proyek berbasis BIM 4D sebaiknya digunakan secara rutin untuk memprediksi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan. Hasil simulasi dapat menjadi dasar penyusunan rencana mitigasi keselamatan yang lebih komprehensif.

5. Kolaborasi yang Lebih Kuat Antar-Stakeholder

Pemanfaatan BIM harus didukung oleh kolaborasi dan komunikasi intensif antara konsultan, kontraktor, pemilik proyek, dan tim K3. Penggunaan satu model terintegrasi mampu meminimalkan miskomunikasi dan meningkatkan efektivitas pengawasan keselamatan.

6. Integrasi BIM dengan Teknologi Lain

Untuk meningkatkan hasil yang lebih maksimal, implementasi BIM dapat dipadukan dengan teknologi lain seperti drone, IoT (sensor keselamatan), dan sistem manajemen proyek digital untuk meningkatkan akurasi data serta pengawasan lapangan.

REFERENSI

- [1] Ali, K. N., Alhajlah, H. H., & Kassem, M. A. (2022a). Collaboration and Risk in (BIM): A Systematic Literature Review. *Buildings*, 12(5).
- [2] Ali, K. N., Alhajlah, H. H., & Kassem, M. A. (2022b). Collaboration and Risk in Building Information Modelling (BIM): A Systematic Literature Review. *Buildings*, 12(5), 1–24. <https://doi.org/10.3390/buildings12050571>
- [3] Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- [4] Ding, Z., Xiong, Z., & Ouyang, Y. (2023). A Bibliometric Analysis of Neuroscience Tools Use in Construction Health and Safety Management. *Sensors*, 23(23). <https://doi.org/10.3390/s23239522>
- [5] Eastman, C., Liston, K., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM Handbook Paul Teicholz Rafael Sacks. In *John Wiley & Sons*. https://books.google.co.uk/books?hl=en&lr=&id=GjrbgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP7&ots=PgkDc49jmu&sig=9vAMrnHQhXHNJhQaf5VISQQG7B4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false%0Ahttps://books.google.com.br/books?id=aC17Ozwkoj0C&printsec=frontcover&dq=BIM

+handbook:+a+guide+to+bui

- [6] Goulding, J. S., & Rahimian, F. P. (2019). Offsite Production and Manufacturing for Innovative Construction: People, Process and Technology. In *Offsite Production and Manufacturing for Innovative Construction: People, Process and Technology*. <https://doi.org/10.1201/9781315147321>
- [7] Gunawan, M., & Kartika, N. (2021). PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) Pendahuluan. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 3(2), 407–420.
- [8] Hutama, H. R., & Sekarsari, J. (2018). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi (The Obstacle Factors in The Implementation of BIM in Construction Projects). *J.Infras*, 4(1), 25–31.
- [9] Khamim, M., & Zenurianto. Mohamad. (2022). Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Bendungan Sesuai Dengan Permen Pupr No.10 Tahun 2021. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 02(10), 105–113. <https://jtia.polinema.ac.id/index.php/jtia/article/view/103>
- [10] Khan, W. A., Mustaq, T., & T. (2014). *A framework of occupational safety and health in construction industries for safety performance in iran mehdi pourmazaherian universiti teknologi malaysia*.
- [11] Manzoor, B., Charef, R., Antwi-Afari, M. F., Alotaibi, K. S., & Harirchian, E. (2025). Revolutionizing Construction Safety: Unveiling the Digital Potential of Building Information Modeling (BIM). *Buildings*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/buildings15050828>
- [12] Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi penerapan Building Information Modeling (BIM) pada industri konstruksi Indonesia dari perspektif pengguna. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 11(1), 44–58. ResearchGate Publication
- [13] Santoso, I. S., Suroso, A., & Amin, M. (2024). Analisa Pengaruh Tingkat Penerapan BIM 5D Terhadap Kinerja Waktu Proyek Konstruksi. *Journal of Industrial and Engineering System*, 4(1), 83–92. <https://doi.org/10.31599/s1vpbf30>