

Identifikasi *Clash Detection* pada Proyek Gedung Bertingkat Berbasis *Building Information Modeling*

Era Agita Kabdiyono^{1*}, Jalaludin², Rifaldi Adi Saputra³, Rosario Olsen⁴, M Abdul Aziz⁵

¹⁻⁵ Universitas Dian Nusantara, Indonesia

*Penulis Korespondensi: era.agita.k@undira.ac.id

Abstract. *High-rise building projects are highly complex because they involve the integration of structural, architectural, and mechanical, electrical, and plumbing (MEP) elements. One of the common problems in the planning stage is the occurrence of design clashes between building elements that are not detected early. Such clashes may lead to design discrepancies, rework, material waste, project delays, and potential cost increases during construction. Therefore, the implementation of Building Information Modeling (BIM) through clash detection is important to improve design coordination and minimize construction errors. This study aims to analyze the implementation of BIM-based clash detection in identifying design clashes in a high-rise building project. The research employed a model-based simulation approach through literature review, project data collection, BIM 3D modeling, clash detection, and classification of clashes among building disciplines. The clash detection process was carried out to identify conflicts between structural, architectural, and MEP elements. The results show that the BIM model was able to visualize the building components in detail and support the identification of interdisciplinary clashes. The detected clashes included conflicts between structure and MEP, architecture and MEP, structure and architecture, and wall elements with MEP components.*

Keywords: *Building Information Modeling; Clash Detection; Conflict Detection; Design Coordination; High-rise Building.*

Abstrak. Proyek gedung bertingkat memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan integrasi elemen struktur, arsitektur, dan mekanikal-elektrikal-plumbing (MEP). Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah benturan desain antar-elemen yang tidak terdeteksi pada tahap perencanaan, sehingga dapat menimbulkan ketidaksesuaian volume pekerjaan, pemborosan material, pekerjaan ulang, keterlambatan, dan peningkatan biaya proyek. Oleh karena itu, penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D melalui proses clash detection menjadi penting untuk meningkatkan akurasi perencanaan volume dan pengendalian biaya konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak clash detection berbasis BIM 5D terhadap perubahan volume pekerjaan dan efisiensi biaya pada proyek gedung bertingkat. Metode yang digunakan adalah simulasi berbasis model dengan pendekatan analisis komparatif. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data proyek, pemodelan BIM 3D, pelaksanaan clash detection, klasifikasi benturan, pembaruan model setelah resolusi clash, quantity take-off, serta analisis perubahan volume dan biaya berdasarkan model sebelum dan sesudah clash detection. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa model BIM mampu memvisualisasikan elemen struktur gedung secara detail dan mendukung identifikasi benturan antar-disiplin, seperti struktur dengan MEP, arsitektur dengan MEP, struktur dengan arsitektur, serta dinding dengan MEP.

Kata kunci: Bangunan Bertingkat Tinggi; Deteksi Bentrokan; Deteksi Konflik; Koordinasi Desain; Pemodelan Informasi Bangunan.

1. LATAR BELAKANG

Industri konstruksi gedung bertingkat memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena melibatkan banyak disiplin pekerjaan, seperti struktur, arsitektur, serta mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP). Setiap disiplin memiliki elemen desain yang saling berhubungan dalam satu ruang bangunan. Apabila koordinasi desain tidak dilakukan secara tepat, maka dapat terjadi benturan antar-elemen, misalnya pipa MEP yang menembus dinding, balok, atau elemen struktur lainnya. Benturan desain tersebut berpotensi menimbulkan

pekerjaan ulang, keterlambatan pelaksanaan, pemborosan material, serta peningkatan biaya proyek.

Identifikasi clash detection yang efektif pada proyek gedung bertingkat berbasis BIM sangat penting untuk mengurangi pekerjaan ulang (rework), mengelola koordinasi desain antarberbagai disiplin, seperti arsitektur, struktur, serta mekanikal, elektrikal, dan plumbing (MEP), serta meningkatkan kinerja pelaksanaan konstruksi. Literatur yang dikaji secara konsisten menempatkan BIM sebagai platform pendukung utama dalam proses deteksi konflik spasial secara otomatis maupun semi-otomatis. Namun, berbagai kajian juga menunjukkan bahwa masih terdapat kebutuhan untuk meningkatkan proses klasifikasi, penentuan prioritas, dan urutan penyelesaian benturan secara otomatis, terutama pada konteks proyek gedung bertingkat yang kompleks (Abosaq & Batool, 2025; Harode & Thabet, n.d.; Hu et al., 2020; Huang & Lin, 2019; Jacobsson & Merschbrock, 2018; Koo & O'Connor, 2021; Lin & Huang, 2019; Tanko et al., 2022).

Tinjauan ini mensintesis berbagai bukti mengenai bagaimana clash detection diidentifikasi, dikategorikan, dan dikelola pada proyek gedung bertingkat dengan menggunakan BIM. Fokus pembahasan mencakup proses deteksi benturan, perangkat lunak yang digunakan, kebutuhan data, hubungan ketergantungan antar-elemen, serta implikasi ekonomi dari penerapan BIM dalam koordinasi desain. Apabila terdapat perbedaan temuan atau sudut pandang antarpelelitian, perbedaan tersebut dijelaskan secara eksplisit dan dikaitkan dengan perbedaan metode penelitian maupun konteks proyek yang dikaji (Jacobsson & Merschbrock, 2018; Huang & Lin, 2019; Hu et al., 2020).

Pada metode perencanaan konvensional, proses koordinasi desain masih banyak bergantung pada gambar dua dimensi. Kondisi ini sering menyulitkan tim proyek dalam mengidentifikasi hubungan spasial antar-elemen bangunan secara menyeluruh. Akibatnya, beberapa konflik desain baru diketahui saat pekerjaan konstruksi telah berlangsung di lapangan. Pada proyek gedung bertingkat, kondisi tersebut menjadi semakin kritis karena jumlah elemen bangunan sangat banyak dan memiliki keterkaitan yang kompleks antar-disiplin.

Perkembangan teknologi Building Information Modeling (BIM) memberikan solusi dalam meningkatkan koordinasi desain pada proyek konstruksi. BIM memungkinkan seluruh elemen bangunan divisualisasikan dalam bentuk model tiga dimensi sehingga hubungan antar-elemen dapat dianalisis secara lebih jelas. Salah satu fitur penting dalam BIM adalah clash detection, yaitu proses pendeteksian benturan antar-elemen bangunan secara digital sebelum pekerjaan fisik dilaksanakan. Dengan adanya clash detection, potensi kesalahan desain dapat

diketahui lebih awal sehingga tim perencana dapat melakukan evaluasi dan perbaikan desain sebelum masuk ke tahap konstruksi (Aziz et al., 2024; Daszczyński et al., 2022; Harode & Thabet, n.d.-b; Mamdouh et al., 2024; Mediavilla et al., 2022; Peansupap et al., 2021).

Dalam penelitian ini, clash detection digunakan untuk mengidentifikasi benturan antar-disiplin pada proyek gedung bertingkat. Berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi, benturan yang dianalisis meliputi struktur dengan MEP, arsitektur dengan MEP, struktur dengan arsitektur, serta dinding dengan MEP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa BIM dapat digunakan sebagai alat bantu koordinasi desain yang mampu memperlihatkan titik-titik konflik secara visual dan terukur. Pada dokumen penelitian, misalnya, ditampilkan adanya hasil deteksi benturan antara pipa dengan struktur serta pipa dengan dinding, yang menunjukkan pentingnya pemeriksaan model sebelum pekerjaan dilaksanakan di lapangan.

Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya penerapan BIM sebagai alat validasi desain pada proyek gedung bertingkat. Deteksi benturan yang dilakukan sejak tahap perencanaan dapat membantu mengurangi risiko kesalahan pelaksanaan, memperbaiki koordinasi antar-disiplin, serta meningkatkan kualitas dokumen desain. Oleh karena itu, penelitian mengenai implementasi clash detection berbasis BIM menjadi penting untuk memberikan gambaran mengenai jenis, jumlah, dan lokasi benturan yang mungkin terjadi pada proyek gedung bertingkat. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penerapan clash detection berbasis Building Information Modeling dalam mengidentifikasi benturan desain pada proyek gedung bertingkat.

2. KAJIAN TEORITIS

Building Information Modeling (BIM) merupakan pendekatan digital dalam industri konstruksi yang mengintegrasikan informasi geometris dan non-geometris ke dalam satu model bangunan. Dalam proyek gedung bertingkat, BIM berperan penting karena kompleksitas elemen struktur, arsitektur, dan mekanikal-elektrikal-plumbing (MEP) sering menimbulkan ketidaksesuaian desain apabila koordinasi masih dilakukan secara konvensional. BIM tidak hanya digunakan untuk visualisasi 3D, tetapi juga mendukung koordinasi desain, validasi model, perhitungan kuantitas, penjadwalan, dan estimasi biaya. Dalam konteks penelitian ini, BIM digunakan sebagai dasar untuk menganalisis dampak clash detection terhadap perubahan volume pekerjaan pada proyek gedung bertingkat berbasis BIM 5D

Salah satu manfaat utama BIM adalah kemampuannya dalam melakukan koordinasi lintas disiplin secara lebih akurat. Pada proyek konstruksi, benturan antar-elemen seperti pipa MEP yang menembus balok, dinding, kolom, atau elemen arsitektur dapat menyebabkan

perubahan desain, pekerjaan ulang, pemborosan material, dan peningkatan biaya. Clash detection menjadi proses penting dalam BIM karena memungkinkan identifikasi konflik spasial sebelum konstruksi dilakukan di lapangan. Penelitian Chahrour et al. menunjukkan bahwa BIM-based clash detection dapat digunakan untuk mengklasifikasikan benturan dan menghitung potensi penghematan biaya dari benturan yang berhasil dicegah sebelum tahap konstruksi. Studi tersebut bahkan menunjukkan estimasi penghematan sekitar 20% dari nilai kontrak pada lingkup proyek yang dianalisis (Chahrour, 2021).

Clash detection pada BIM umumnya dilakukan dengan bantuan perangkat lunak seperti Autodesk Navisworks, Revit, atau platform koordinasi BIM lainnya. Proses ini melibatkan penggabungan model dari berbagai disiplin, penentuan aturan toleransi benturan, identifikasi clash, klasifikasi jenis benturan, dan penyusunan rekomendasi resolusi desain. Elyano dan Yuliastuti meneliti penggunaan Revit dan Navisworks untuk menganalisis clash detection dan quantity take-off pada proyek gudang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya benturan antara komponen struktur, precast, dan MEP, dengan penyebab terbesar berasal dari kesalahan desain, inkonsistensi desain, dan perbedaan desain. Setelah clash diselesaikan, dilakukan analisis quantity take-off untuk melihat perubahan volume dan potensi penghematan biaya material (Elyano & Yuliastuti, 2021).

Dalam proyek gedung bertingkat, clash detection menjadi semakin penting karena jumlah elemen dan tingkat kepadatan instalasi bangunan lebih kompleks dibandingkan bangunan sederhana. Elemen struktur seperti kolom, balok, pelat, shear wall, pile cap, dan tulangan harus berkoordinasi dengan elemen arsitektur serta jalur utilitas MEP. Apabila benturan tidak terdeteksi sejak tahap perencanaan, risiko pekerjaan ulang dapat meningkat. Pada laporan penelitian ini, contoh benturan yang dianalisis mencakup benturan antara pipa dengan elemen struktur serta pipa dengan dinding, yang menunjukkan bahwa BIM dapat menjadi alat validasi desain sebelum pelaksanaan konstruksi fisik.

Selain clash detection, aspek penting dalam BIM 5D adalah Quantity Take-Off (QTO), yaitu proses perhitungan volume pekerjaan berdasarkan model digital. QTO berbasis BIM memungkinkan estimasi kuantitas material dilakukan secara lebih otomatis dan terintegrasi dibandingkan metode manual berbasis gambar 2D. Taghaddos, Mashayekhi, dan Sherafat menjelaskan bahwa otomatisasi QTO melalui BIM dapat membantu penyusunan estimasi material dan kebutuhan pekerjaan berdasarkan area kerja tertentu, sehingga mendukung perencanaan konstruksi yang lebih sistematis (Taghaddos et al., 2016).

BIM 5D menghubungkan model 3D dengan informasi biaya sehingga setiap perubahan desain dapat berdampak langsung terhadap estimasi biaya proyek. Dengan

demikian, ketika clash detection menghasilkan revisi model, perubahan tersebut dapat ditelusuri terhadap volume dan biaya pekerjaan. Pishdad dan Onungwa menegaskan bahwa 5D BIM mendukung estimasi biaya, pengendalian biaya, dan proses pembayaran melalui integrasi model digital dengan data kuantitas dan biaya. Literatur tersebut memperkuat bahwa BIM 5D bukan hanya alat visualisasi, tetapi juga sistem pendukung pengambilan keputusan dalam pengendalian biaya konstruksi (Elsheikh et al., 2025).

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa kualitas model BIM sangat menentukan keberhasilan proses clash detection. Juszczuk et al. meneliti reliabilitas model IFC/BIM melalui clash detection dan analisis kuantitatif pada proyek fasilitas pendidikan. Penelitian tersebut menekankan bahwa kompleksitas model, ketelitian deteksi benturan, serta kualitas data model berhubungan langsung dengan jumlah clash yang ditemukan dan tingkat keandalan model. Hal ini menunjukkan bahwa hasil clash detection tidak hanya bergantung pada perangkat lunak, tetapi juga pada ketepatan pemodelan, konsistensi elemen, level of development (LOD), serta kelengkapan informasi model (Juszczuk et al., 2025)

Dari sisi efisiensi proyek, BIM terbukti berkontribusi terhadap pengurangan kesalahan desain, permintaan informasi ulang, keterlambatan, dan biaya proyek. Das et al. menunjukkan bahwa implementasi BIM dalam beberapa studi kasus dapat mengurangi durasi proyek rata-rata sebesar 20%, menurunkan biaya sebesar 15%, serta mengurangi kesalahan desain dan Request for Information (RFI). Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa BIM memiliki nilai strategis dalam meningkatkan koordinasi, mengurangi risiko pekerjaan ulang, dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan konstruksi. (Das et al., 2025)

Berdasarkan berbagai kajian tersebut, dapat dipahami bahwa penelitian mengenai dampak clash detection terhadap volume pekerjaan memiliki relevansi yang kuat. Sebagian besar penelitian sebelumnya membahas manfaat BIM dalam deteksi benturan, penghematan biaya, dan quantity take-off secara umum. Namun, kajian yang secara spesifik menghubungkan hasil clash detection dengan deviasi volume pekerjaan pada proyek gedung bertingkat berbasis BIM 5D masih perlu dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki posisi penting karena tidak hanya mengidentifikasi jumlah dan jenis benturan, tetapi juga menganalisis perubahan volume sebelum dan sesudah resolusi clash serta dampaknya terhadap efisiensi biaya proyek.

Dengan demikian, tinjauan pustaka ini menunjukkan bahwa BIM 5D, clash detection, dan quantity take-off merupakan tiga konsep yang saling berkaitan dalam peningkatan akurasi perencanaan konstruksi. Clash detection berfungsi sebagai mekanisme validasi desain, QTO berfungsi sebagai dasar pengukuran volume, sedangkan BIM 5D menghubungkan perubahan

volume tersebut dengan estimasi biaya. Integrasi ketiganya dapat membantu proyek gedung bertingkat mengurangi risiko kesalahan desain, pekerjaan ulang, pemborosan material, dan pembengkakan anggaran. Oleh karena itu, penerapan clash detection berbasis BIM 5D menjadi pendekatan yang relevan untuk mendukung konstruksi yang lebih efisien, akurat, dan berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan melalui pendekatan simulasi berbasis model dengan memanfaatkan teknologi Building Information Modeling (BIM). Tahap awal penelitian dimulai dengan studi teori dan pengumpulan data. Studi teori dilakukan untuk memahami konsep dasar BIM, khususnya penerapan BIM dalam pemodelan tiga dimensi, deteksi benturan desain, dan pengembangan menuju BIM 5D. Pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan data proyek yang diperlukan, seperti gambar kerja digital atau soft drawing, model desain, serta dokumen pendukung lainnya yang berkaitan dengan elemen struktur, arsitektur, dan mekanikal-elektrikal-plumbing (MEP).

Tahap berikutnya adalah pemodelan dan simulasi awal. Data yang telah dikumpulkan digunakan sebagai dasar untuk menyusun model BIM 3D. Model awal ini digunakan untuk menggambarkan kondisi desain sebelum dilakukan proses deteksi benturan. Pada tahap ini juga dapat dilakukan quantity take-off awal terhadap Model A untuk mengetahui gambaran awal volume pekerjaan berdasarkan desain yang tersedia. Model awal tersebut kemudian menjadi acuan dalam proses analisis selanjutnya.

Setelah model awal selesai disusun, dilakukan tahap deteksi konflik atau clash detection. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak BIM, seperti Autodesk Navisworks atau perangkat lunak sejenis, untuk mengidentifikasi adanya benturan antar-elemen bangunan. Deteksi konflik dilakukan pada beberapa kombinasi disiplin pekerjaan, seperti struktur dengan MEP, arsitektur dengan MEP, struktur dengan arsitektur, serta dinding dengan MEP. Tahap ini bertujuan untuk menemukan titik-titik benturan yang berpotensi menimbulkan masalah dalam pelaksanaan konstruksi apabila tidak diselesaikan sejak tahap perencanaan.

Tahap selanjutnya adalah analisis dan resolusi konflik. Setiap benturan yang ditemukan dianalisis berdasarkan jenis elemen yang terlibat, lokasi benturan, serta kemungkinan dampaknya terhadap pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Hasil analisis digunakan untuk menentukan solusi desain atau solusi teknis yang paling sesuai, seperti penyesuaian jalur utilitas, perubahan posisi elemen, penambahan bukaan, atau revisi model

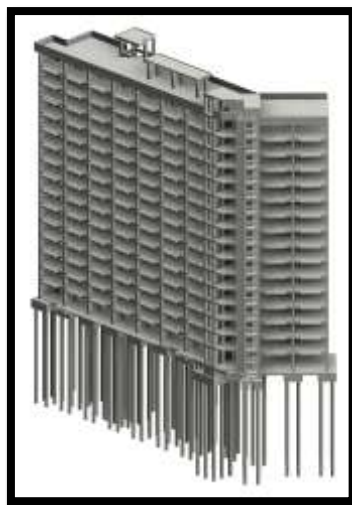
pada elemen yang mengalami konflik. Proses ini penting agar hasil clash detection tidak hanya berupa daftar benturan, tetapi juga dapat digunakan sebagai dasar perbaikan desain.

Setelah solusi konflik ditentukan, dilakukan pembaruan model BIM 3D. Model diperbaiki berdasarkan hasil analisis dan resolusi konflik yang telah dilakukan. Pembaruan model ini bertujuan untuk menghasilkan desain yang lebih terkoordinasi antar-disiplin dan mengurangi potensi kesalahan pada tahap konstruksi. Model yang telah diperbarui kemudian dapat digunakan sebagai dasar evaluasi lanjutan, baik untuk koordinasi desain, penyusunan gambar kerja, maupun analisis volume apabila diperlukan.

Tahap terakhir adalah pelaporan dan diseminasi hasil penelitian. Pada tahap ini, seluruh proses penelitian, mulai dari pengumpulan data, pemodelan, deteksi benturan, analisis konflik, hingga pembaruan model, disusun dalam bentuk laporan penelitian. Selain itu, hasil penelitian juga direncanakan untuk diseminasi melalui publikasi ilmiah pada jurnal, sehingga temuan penelitian dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan penerapan BIM dalam proyek gedung bertingkat.

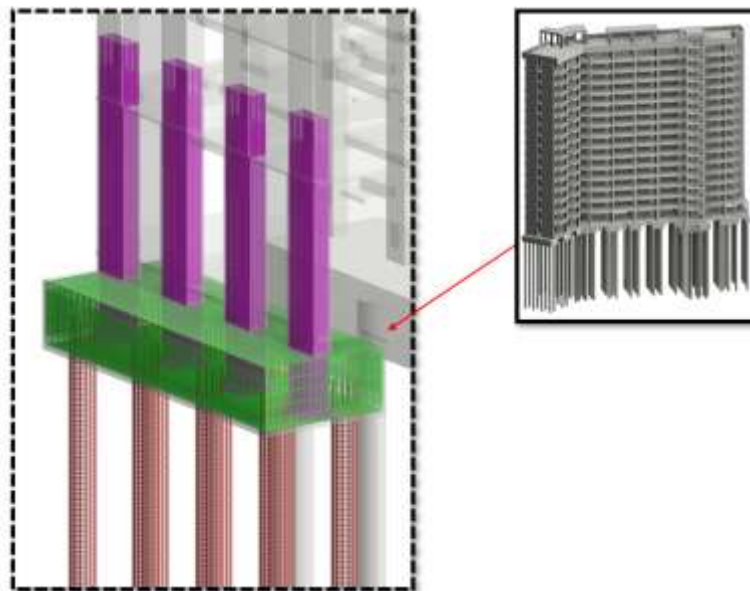
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Building Information Modeling (BIM) dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mengidentifikasi benturan desain atau clash pada proyek gedung bertingkat. Proses pemodelan dilakukan dengan menyusun model tiga dimensi yang memuat elemen struktur, arsitektur, dan mekanikal-elektrikal-plumbing (MEP). Model BIM tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk melakukan proses clash detection guna mengetahui adanya konflik spasial antar-elemen bangunan sebelum pekerjaan konstruksi dilaksanakan di lapangan.



Gambar 1. 3D Model Structure

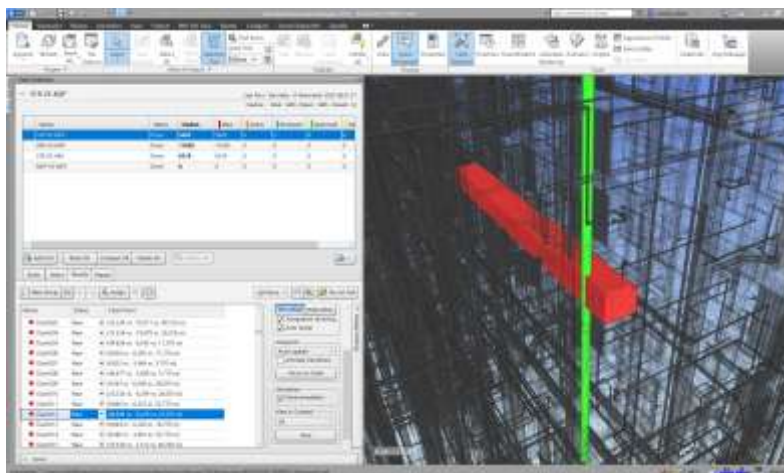
Gambar 1. menunjukkan visualisasi model struktur tiga dimensi (3D Model Structure) dari proyek Pembangunan Rumah Susun Rorotan Tower F, yang merepresentasikan tahapan implementasi Building Information Modeling (BIM 3D) dalam laporan penelitian ini. Melalui dua sudut pandang perspektif yang disajikan, model ini secara komprehensif mengintegrasikan seluruh elemen bangunan, mencakup struktur atas (superstructure) seperti kolom, balok, pelat lantai, dan dinding geser gedung bertingkat, hingga struktur bawah (substructure) yang memperlihatkan detail susunan pondasi tiang pancang. Dalam konteks metodologi konstruksi modern, visualisasi geometris yang akurat ini berfungsi sebagai instrumen krusial untuk melakukan koordinasi multidisiplin, mendeteksi potensi benturan antar-elemen (clash detection), serta menjadi basis data digital dalam perhitungan volume material secara otomatis (quantity take-off) guna meminimalisasi kesalahan kerja (rework) dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan di lapangan.



Gambar 2. 3D Detail Struktur Rebar

Gambar 2. menyajikan pemodelan tingkat lanjut dari proyek Pembangunan Rumah Susun Rorotan Tower F oleh PT Abadi Prima Intikarya, yang berfokus pada visualisasi 3D Detail Struktur Rebar (detail penulangan) dan 3D Potongan Struktur sebagai representasi implementasi Building Information Modeling (BIM) dengan tingkat kedetailan tinggi (Level of Development/LoD 350–400). Sisi kiri gambar menampilkan detail pembesian area transisi kritis yang diisolasi menggunakan kode warna—cokelat untuk tulangan tiang pondasi, hijau untuk jaringan ikat pile cap, dan ungu untuk penulangan vertikal kolom atau dinding geser—sedangkan sisi kanan menyajikan potongan penampang vertikal gedung guna memperlihatkan kontinuitas elemen internal dan ketebalan plat lantai. Dalam konteks laporan penelitian ini, pemodelan tersebut berfungsi sebagai instrumen krusial untuk mitigasi benturan mikro antar-

batang baja (clash detection), mengekstrak data volume besi secara presisi untuk penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) otomatis, serta menyederhanakan komunikasi instruksi kerja pembesian yang kompleks kepada tim pelaksana di lapangan.



Gambar 3. Clash detection antara pipa dengan struktur

Berdasarkan tampilan fitur *Clash Detective* pada gambar 3, terdapat beberapa komponen data penting:

Matriks Pengujian (*Clash Tests*)

Pada gambar terlihat daftar pengujian tabrakan multidisiplin yang sistematis, mencakup: a.) STR VS MEP: Analisis benturan antara elemen Struktur dengan Mekanikal, Elektrikal, dan Plambing (terpilih/sedang aktif); b.) ARS VS MEP: Analisis benturan antara elemen Arsitektur dengan MEP; c.) STR VS ARS: Analisis benturan antara elemen Struktur dengan Arsitektur; d.) MEP VS MEP: Analisis benturan internal sesama jaringan utilitas MEP.

Daftar Hasil Benturan (*Clash Results*)

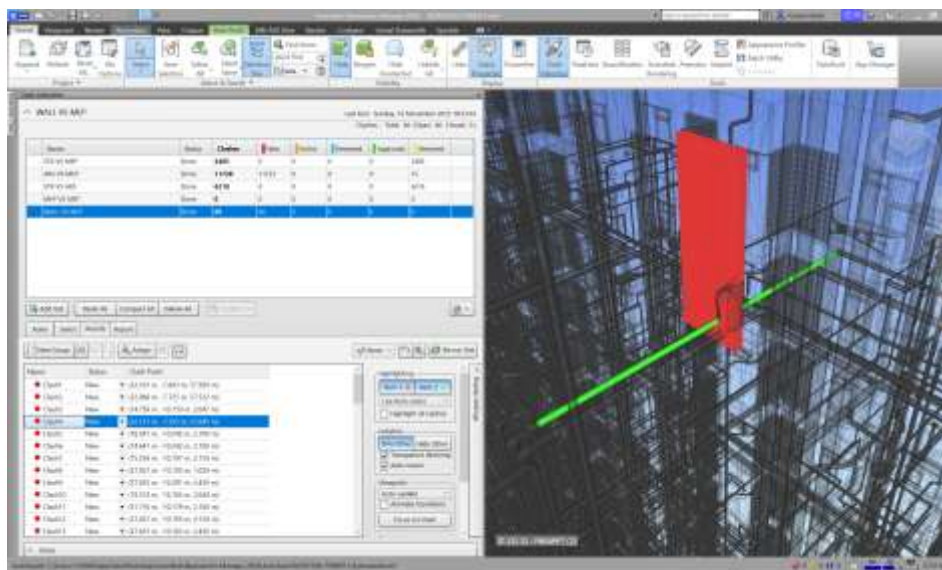
Panel kiri bawah menampilkan daftar tabulasi titik benturan yang ditemukan secara otomatis oleh sistem (seperti *Clash001* hingga *Clash012*), lengkap dengan status koordinat tiga dimensi \$X, Y, Z\$) dari objek yang bermasalah.

Visualisasi Spesifik dan Kode Warna (*Color-Coding*)

Di panel sebelah kanan, sistem menyajikan model interaktif dalam bentuk *wireframe* untuk memberikan konteks lokasi benturan secara makro, dengan penyorotan padat (*solid highlighting*) pada titik masalah: a.) Elemen Merah: Merepresentasikan komponen struktural bangunan (dalam kasus ini berupa komponen balok atau dinding beton); b.) Elemen Hijau: Merepresentasikan pipa utilitas vertical (*MEP*) yang menembus atau menabrak elemen struktur merah tersebut secara fisik tanpa adanya lubang/pembukaan (*sleeve*) yang direncanakan.

Relevansi dan Kontribusi dalam Laporan Penelitian

Dalam konteks metodologi dan pembahasan laporan penelitian mengenai BIM, gambar ini berfungsi sebagai bukti empiris penting untuk: a.) Validasi Kualitas Desain (*Design Review*): Menunjukkan bagaimana BIM mampu mengidentifikasi kesalahan geometris secara otomatis (*automated clash checking*) yang sangat sulit dideteksi melalui gambar 2D konvensional; b.) Pencegahan Pemborosan (*Waste & Rework Prevention*): Menjelaskan bahwa temuan benturan pada tahap digital ini memungkinkan tim perancang melakukan revisi rute pipa atau penyesuaian struktur sejak awal. Hal ini mencegah terjadinya pembongkaran beton atau pemotongan pipa di lapangan saat konstruksi berjalan, yang secara langsung berkontribusi pada efisiensi biaya dan waktu proyek.



Gambar 3. Clash detection antara pipa dengan dinding

Analisis Panel Ringkasan Benturan (*Clash Detective Panel*)

Berdasarkan tabulasi data pada panel kiri atas, terdapat beberapa pengujian benturan (*clash tests*) multidisiplin yang telah dijalankan dengan ringkasan hasil sebagai berikut: a.) STR VS MEP: Menemukan 3.485 titik benturan; b.) ARS VS MEP: Menemukan 11.738 titik benturan; c.) STR VS ARS: Menemukan 6.218 titik benturan; d.) MEP VS MEP: Menemukan 0 titik benturan (bersih); e.) WALL VS MEP (Aktif): Menemukan 66 titik benturan, di mana seluruhnya berstatus baru (*New*) dan belum ditinjau (*Reviewed*) atau diselesaikan (*Resolved*).

Pada panel kiri bawah, sistem menampilkan daftar rincian dari ke-66 benturan tersebut. Dalam gambar ini, Clash4 sedang dipilih secara aktif, yang secara otomatis menampilkan lokasi koordinat tiga dimensi posisi benturan tersebut pada koordinat X: 32,137, Y: -7,725, dan Z: 57,645.

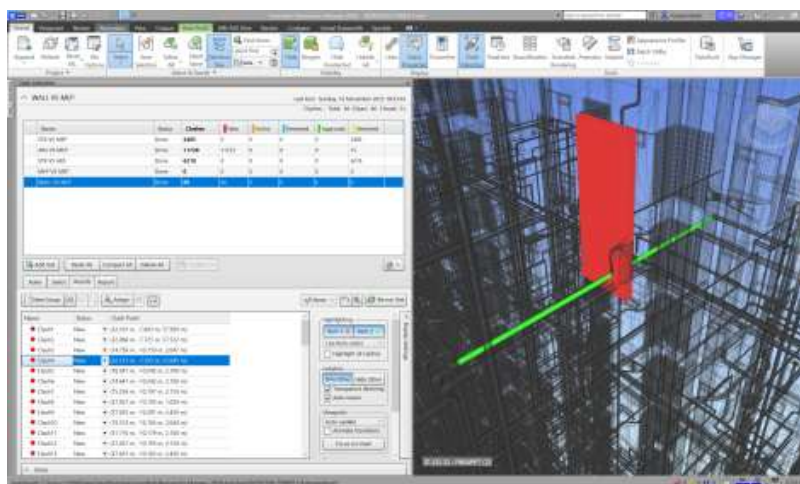
Visualisasi 3D dan Interpretasi Kode Warna (*Color-Coding*)

Di sisi kanan, jendela pemodelan menampilkan visualisasi *wireframe* dari keseluruhan bangunan untuk memberikan orientasi spasial secara makro. Titik benturan yang dipilih (*Clash4*) diisolasi secara jelas menggunakan metode pewarnaan (*color-coding*) padat, yaitu: a.) Elemen Merah: Merepresentasikan komponen dinding, yang pada keterangan *viewport* kiri bawah teridentifikasi secara spesifik sebagai elemen Parapet (PARAPET (2)); b.) Elemen Hijau: Merepresentasikan jaringan pipa atau utilitas (*MEP*) yang berjalan secara horizontal.

Secara visual terlihat jelas adanya kegagalan spasial di mana pipa utilitas (hijau) menembus langsung badan dinding parapet (merah) tanpa adanya sistem lubang tembusan (*sleeve* atau *opening*) yang direncanakan sebelumnya dalam model arsitektur.

Signifikansi dalam Laporan Penelitian

Dalam konteks penelitian implementasi BIM, gambar ini menjadi bukti empiris penting mengenai pentingnya tahap koordinasi model (*clash coordination cycle*). Temuan 66 benturan antara dinding dan MEP ini memberikan manfaat riset sebagai berikut: a.) Pencegahan Kerusakan Lapangan (*Rework Prevention*): Jika benturan ini tidak dideteksi pada fase digital, pekerja di lapangan terpaksa harus melakukan pembobokan dinding (*coring*) secara manual atau mengubah rute pipa secara mendadak saat konstruksi fisik berjalan. Hal ini dapat menurunkan kekuatan struktural dinding dan memicu pemborosan bahan; b.) Optimasi Gambar Kerja (*As-Built/Shop Drawing*): Data koordinat (X, Y, Z) yang presisi dari *Clash4* ini memberikan instruksi yang jelas bagi tim perancang (arsitek dan MEP) untuk merevisi rute atau menambahkan bukaan pada dinding sebelum dokumen gambar kerja dicetak dan diserahkan ke tim pelaksana lapangan.



Gambar 4. Clash detection antara pipa dengan dinding

Gambar 4 menunjukkan benturan (*clash detection*) secara spesifik antara elemen dinding dan utilitas (WALL VS MEP). Melalui panel Clash Detective, teridentifikasi total 66

titik benturan baru (New), di mana simulasi visual secara aktif menampilkan Clash4 pada koordinat presisi X: 32,137 m, Y: -7,725 m, dan Z: 57,645 m. Sistem kode warna pada model wireframe mengisolasi kegagalan spasial tersebut dengan memperlihatkan pipa utilitas horizontal (berwarna hijau) yang menembus langsung badan dinding parapet (berwarna merah) tanpa adanya rencana lubang tembusan (sleeve). Dalam konteks laporan penelitian ini, temuan tersebut menegaskan peran vital teknologi BIM dalam fase pra-konstruksi untuk mendeteksi kesalahan desain secara otomatis, sehingga revisi koordinasi dapat dilakukan secara digital guna mencegah tindakan pembobokan dinding (coring) manual maupun pengerjaan ulang (rework) yang tidak efisien di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D melalui proses clash detection mampu memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan akurasi perencanaan proyek gedung bertingkat. Pemodelan BIM 3D yang dilakukan pada proyek gedung bertingkat memungkinkan visualisasi elemen struktur secara lebih detail, mulai dari elemen struktur utama, pondasi, pile cap, kolom, balok, pelat lantai, dinding, hingga detail penulangan. Model tersebut menjadi dasar penting dalam proses koordinasi desain dan perhitungan volume pekerjaan secara digital.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa clash detection mampu mengidentifikasi benturan antar-elemen bangunan yang berpotensi menimbulkan pekerjaan ulang apabila tidak terdeteksi sejak tahap perencanaan. Benturan yang ditemukan meliputi konflik antara elemen struktur dengan MEP, arsitektur dengan MEP, struktur dengan arsitektur, serta dinding dengan MEP. Temuan ini menunjukkan bahwa pada proyek gedung bertingkat, tingkat kompleksitas koordinasi antar-disiplin cukup tinggi, sehingga penggunaan metode konvensional berbasis gambar 2D saja belum cukup untuk menjamin ketepatan desain dan akurasi volume pekerjaan.

Penerapan clash detection juga memberikan manfaat dalam proses pengendalian volume pekerjaan. Dengan adanya identifikasi benturan secara digital, tim perencana dapat melakukan revisi model sebelum konstruksi fisik dilaksanakan. Revisi tersebut berdampak pada perubahan volume pekerjaan tertentu, seperti pekerjaan struktur, dinding, bukaan, serta komponen MEP. Oleh karena itu, clash detection tidak hanya berfungsi sebagai alat pemeriksaan visual, tetapi juga sebagai instrumen teknis untuk meningkatkan akurasi quantity take-off dan mendukung pengendalian biaya proyek berbasis BIM 5D.

Saran

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena analisis difokuskan pada dampak clash detection berdasarkan model BIM yang tersedia. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan analisis dengan membandingkan beberapa proyek gedung bertingkat yang memiliki karakteristik berbeda, baik dari sisi jumlah lantai, kompleksitas MEP, sistem struktur, maupun tingkat kedetailan model BIM. Perbandingan antarproyek akan memberikan gambaran yang lebih kuat mengenai hubungan antara jumlah clash, jenis clash, perubahan volume, dan efisiensi biaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini disediakan bagi penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih, baik kepada pihak penyandang dana penelitian, pendukung fasilitas, atau bantuan ulasan naskah. Bagian ini juga dapat digunakan untuk memberikan pernyataan atau penjelasan, apabila artikel ini merupakan bagian dari skripsi/tesis/disertasi/makalah konferensi/hasil penelitian.

DAFTAR REFERENSI

- Abosaq, N., & Batool, S. M. (2025). A novel BIM-enabled software-based solution for mitigating construction risk management. *Yanbu Journal of Engineering and Science*, 21(1), 1–7. <https://doi.org/10.53370/001c.120361>
- Aziz, R. M., Nasreldin, T. I., & Hashem, O. M. (2024). The role of BIM as a lean tool in design phase. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71(1). <https://doi.org/10.1186/s44147-023-00340-3>
- Chahrour, R., H. M. A., A. A. M., S. H. I., D. H., R.-T. S., & D. N. (2021). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*, 39(1), 55–72.
- Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: Insights from case studies. *Discover Materials*, 5(1), Article 25. <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00200-2>
- Daszczyński, T., Ostapowski, M., & Szerner, A. (2022). Clash cost analysis in electrical installations based on BIM technologies. *Energies*, 15(5), Article 1679. <https://doi.org/10.3390/en15051679>
- Elsheikh, A., Saqr, A., & Motawa, I. (2025). BIM-based integrated model for project cost estimation: A case study for concrete elements. *Civil Engineering Journal*, 11(11), 4821–4847. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-11-021>
- Elyano, M. R., & Yulastuti. (2021). Analysis of clash detection and quantity take-off using BIM for warehouse construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012012>
- Harode, A., & Thabet, W. (n.d.). Extracting BIM data to support a machine learning model for automated clash resolution. *Proceedings*, 4, 381–391. <https://doi.org/10.29007/2x41>

- Hu, Y., Castro-Lacouture, D., & Eastman, C. M. (2020). BIM-enabled clash resolution optimization based on clash dependent networks. In *Proceedings of the Construction Research Congress* (pp. 668–677). <https://doi.org/10.1061/9780784482865.071>
- Huang, Y., & Lin, W.-Y. (2019). Automatic classification of design conflicts using rule-based reasoning and machine learning: An example of structural clashes against the MEP model. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*. <https://doi.org/10.22260/isarc2019/0044>
- Jacobsson, M., & Merschbrock, C. (2018). BIM coordinators: A review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(8), 989–1008. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2017-0050>
- Juszczyk, M., Vaišnoras, M., Kontrimovičius, R., Hanák, T., Łukaszewska, H., & Ustinovichius, L. (2025). Quality and reliability of IFC/BIM models for public educational facilities construction projects via clash detection. *Journal of Civil Engineering and Management*, 31(1), 1–19. <https://doi.org/10.3846/jcem.2025.23114>
- Koo, H. J., & O'Connor, J. T. (2022). Building information modeling as a tool for prevention of design defects. *Construction Innovation*, 22(4), 870–890. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2021-0033>
- Lin, W.-Y., & Huang, Y. (2019). Filtering of irrelevant clashes detected by BIM software using a hybrid method of rule-based reasoning and supervised machine learning. *Applied Sciences*, 9(24), Article 5324. <https://doi.org/10.3390/app9245324>
- Mamdouh, M., Moursy, O., Hassan, A. A., & Gerges, V. F. (2024). A comparison between CAD system and building information modelling (BIM). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1396(1), 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1396/1/012037>
- Mediavilla, A., Elguezabal, P., & Lasarte, N. (2022). Graph-based methodology for multi-scale generation of energy analysis models from IFC. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4193694>
- Peansupap, V., & Tongthong, T. (2021). Utilization of building information modeling for arranging the structural kingposts. *Buildings*, 11(8), Article 323. <https://doi.org/10.3390/buildings11080323>
- Taghaddos, H., Mashayekhi, A., & Sherafat, B. (2016). Automation of construction quantity take-off using building information modeling (BIM). In *Construction Research Congress 2016* (pp. 2218–2227). <https://doi.org/10.1061/9780784479827.221>
- Tanko, B. L., Zakka, W. P., & Heng, W. N. (2022). BIM in the Malaysian construction industry: A scientometric review and case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(3), 1165–1186. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2021-0324>