

Clash Detection Analysis of Structural and Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) Work Using Building Information Modeling on The Garuda Unggul High School Building Project

[Analisis Clash Detection Pekerjaan Struktur dan Mechanical, Electrical, Plumbing (MEP) Menggunakan Building Information Modeling Pada Proyek Gedung SMU Unggul Garuda]

Risky Pramudia Yuriadi¹⁾, Hendri Hermawan ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: hendrihermawan@umsida.ac.id

Abstract. *Clash Detection Analysis of Structural and Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) Works Using Building Information Modeling in the SMU Unggul Garuda Building Project. Coordination errors between structural and MEP elements often trigger rework, delays, and cost overruns in building projects. This study analyzes the application of Building Information Modeling (BIM) to detect clashes between structural and MEP elements in the SMU Unggul Garuda Building Project and to formulate design improvement recommendations. A descriptive method with a case-study approach was used; structural and MEP working drawings were modeled in Autodesk Revit 2025.4 up to Level of Development (LOD) 300, integrated into a federated model, and examined using the Interference Check feature. The analysis identified 115 clashes, consisting of 32 major and 83 minor clashes, dominated by pipe-to-pipe conflicts. Resolving these clashes at the design stage was estimated to save approximately Rp28.5 million in drafting and rework costs, showing that BIM-based clash detection improves design coordination and reduces construction risk.*

Keywords - Building Information Modeling; clash detection; construction coordination; MEP; rework cost

Abstrak. *Benturan (clash) antara elemen struktur dan sistem Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) yang tidak terdeteksi sejak tahap desain berpotensi menyebabkan pekerjaan ulang, keterlambatan, dan pembengkakan biaya konstruksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan Building Information Modeling (BIM) untuk mendeteksi benturan antara elemen struktur dan MEP pada Proyek Gedung SMU Unggul Garuda serta menyusun rekomendasi perbaikan desain. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus; gambar kerja struktur dan MEP dimodelkan menggunakan Autodesk Revit 2025.4 hingga Level of Development (LOD) 300, diintegrasikan menjadi federated model, kemudian diperiksa menggunakan fitur Interference Check. Hasil analisis menemukan 115 clash, terdiri atas 32 major clash dan 83 minor clash, dengan dominasi benturan antar elemen pipa. Penyelesaian seluruh clash pada tahap desain diestimasikan menghemat biaya drafting dan rework sekitar Rp28,5 juta, sehingga BIM terbukti meningkatkan kualitas koordinasi desain dan menurunkan risiko konstruksi.*

Kata Kunci - benturan desain; biaya rework; Building Information Modeling; clash detection; koordinasi konstruksi

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam sektor konstruksi mendorong penerapan Building Information Modeling (BIM), yaitu pendekatan berbasis model digital tiga dimensi yang memungkinkan informasi bangunan dikelola dan dikoordinasikan secara terintegrasi [1]. BIM mendukung koordinasi antar disiplin dalam proyek konstruksi, termasuk arsitektur, struktur, dan Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP), melalui integrasi dan visualisasi model dari berbagai disiplin sehingga proses koordinasi desain dapat dilakukan secara lebih efektif [2].

Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam proyek konstruksi adalah konflik atau benturan antar elemen bangunan, termasuk antara elemen struktural dan sistem MEP. Konflik yang tidak teridentifikasi sejak tahap perencanaan dapat menyebabkan pekerjaan ulang (rework), keterlambatan pelaksanaan, peningkatan biaya, serta memengaruhi kualitas pekerjaan [3]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa analisis clash pada model bangunan dapat dilakukan dengan memanfaatkan data arsitektur, struktur, dan MEP yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak berbasis BIM untuk mengidentifikasi potensi konflik antar elemen [4], dan bahwa penerapan clash detection berbasis BIM dapat membantu mendeteksi konflik antar sistem bangunan pada fase pra-konstruksi, mengurangi kesalahan dan biaya rework, serta meningkatkan efisiensi proses konstruksi [5].

Meskipun manfaat BIM dan clash detection telah banyak dikaji, studi penerapannya pada proyek dengan kompleksitas tinggi dan studi kasus yang spesifik masih perlu terus dilengkapi. Proyek Gedung SMU Unggul Garuda memiliki kompleksitas pekerjaan yang melibatkan berbagai elemen struktur dan sistem MEP yang saling berhubungan, sehingga

koordinasi desain dan pemeriksaan potensi benturan menjadi penting untuk mengurangi kemungkinan konflik yang dapat mengganggu pelaksanaan konstruksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam mendeteksi benturan antara elemen struktur dan MEP pada Proyek Gedung SMU Unggul Garuda, mengelompokkan jenis dan tingkat keparahan benturan yang ditemukan, serta menyusun rekomendasi perbaikan desain guna meningkatkan koordinasi dan efisiensi pelaksanaan proyek.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus pada Proyek Gedung SMU Unggul Garuda. Data utama berupa model BIM elemen struktural dan MEP beserta hasil simulasi deteksi benturan, sedangkan data tambahan berupa gambar kerja, dokumen perencanaan, spesifikasi teknis, dan literatur terkait. Alat dan perangkat lunak yang digunakan meliputi Autodesk Revit untuk pemodelan BIM dan analisis clash detection, Microsoft Excel untuk pengolahan data hasil deteksi, serta Microsoft Word untuk penyusunan laporan.

Tahapan penelitian diawali dengan kajian literatur dan pengumpulan data gambar kerja struktur dan MEP, dilanjutkan dengan penyusunan BIM Execution Plan (BEP) yang memuat tujuan penerapan BIM, lingkup model, Level of Development (LOD), dan output yang diharapkan. Model dikembangkan hingga LOD 300 menggunakan Autodesk Revit 2025.4, mencakup elemen struktur (pondasi, sloof, kolom, balok, pelat lantai, tangga, dan dinding) serta sistem MEP (ducting, cable tray, conduit, dan perpipaan).

Setelah pemodelan selesai, seluruh model disiplin diintegrasikan menjadi satu model koordinasi (federated model) menggunakan fitur Link Revit. Proses clash detection dilaksanakan melalui fitur Interference Check dengan membandingkan kategori elemen struktur terhadap elemen MEP. Hasil pemeriksaan berupa Interference Report yang memuat elemen yang terlibat, identitas elemen (Element ID), lokasi benturan, dan kategori objek. Benturan yang ditemukan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan jenis (hard clash, soft clash, workflow clash) dan tingkat keparahan (major dan minor), dievaluasi penyebabnya, kemudian disusun rekomendasi perbaikan desain (clash resolving). Tahap akhir adalah penarikan kesimpulan mengenai efektivitas penerapan BIM dalam mengidentifikasi benturan dan dampaknya terhadap koordinasi proyek.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Model BIM Struktur dan MEP

Model struktur dikembangkan terlebih dahulu menggunakan fitur Structural Template pada Autodesk Revit, mencakup pondasi, sloof, kolom, balok, pelat lantai, tangga, dan dinding, dengan memperhatikan ukuran penampang, elevasi, mutu material, dan hubungan antar komponen. Setelah model struktur selesai, dilakukan pemodelan sistem MEP yang meliputi sistem mekanikal (diffuser, flexible duct), elektrik (cable tray, cable ladder, conduit, panel listrik, lampu, saklar), dan plumbing (pipa air bersih, pipa air kotor, pipa vent, floor drain, clean out, sanitary fixture). Seluruh elemen dimodelkan hingga LOD 300, yaitu tingkat pengembangan yang telah memiliki ukuran, lokasi, orientasi, dan informasi teknis yang memadai untuk keperluan koordinasi dan analisis benturan.

B. Integrasi Model dan Pelaksanaan Clash Detection

Model struktur dan MEP diintegrasikan menjadi satu federated model melalui fitur Link Revit sehingga masing-masing model tetap mempertahankan identitasnya namun dapat dianalisis secara bersamaan. Sebelum clash detection dijalankan, dilakukan verifikasi kesesuaian Project Base Point, Survey Point, elevasi lantai, orientasi bangunan, dan satuan agar tidak terjadi benturan semu (false clash). Proses Interference Check dijalankan melalui menu Collaborate → Coordinate → Interference Check dengan membandingkan kategori elemen struktur terhadap kategori elemen MEP, kemudian sistem menghasilkan Interference Report yang memuat elemen yang saling bertabrakan beserta lokasinya.

C. Hasil Deteksi Benturan

Hasil clash detection menemukan 115 temuan clash yang dikelompokkan berdasarkan jenis elemen yang saling bertabrakan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Kategori Clash

Kategori Clash	Jumlah Clash	Persentase (%)
----------------	--------------	----------------

Structural Column – Conduit	18	15,7
Structural Column – Cable Tray	14	12,2
Pipe – Pipe	83	72,2
Total	115	100

Benturan antar elemen pipa (Pipe–Pipe) mendominasi hasil temuan dengan persentase 72,2%, diikuti benturan kolom struktur dengan conduit (15,7%) dan kolom struktur dengan cable tray (12,2%). Berdasarkan tingkat keparahannya, dari 115 clash yang ditemukan, tercatat 32 clash (27,83%) tergolong Major Clash dan 83 clash (72,17%) tergolong Minor Clash, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Clash Berdasarkan Tingkat Keparahan

Tingkat Keparahan	Jumlah Clash	Persentase (%)
Major Clash	32	27,83
Minor Clash	83	72,17
Total	115	100

Dominasi Minor Clash mengindikasikan bahwa sebagian besar konflik terjadi antar elemen sistem MEP yang masih dapat diselesaikan melalui penyesuaian jalur instalasi, sementara konflik yang melibatkan elemen struktur jumlahnya lebih sedikit tetapi memiliki prioritas penyelesaian yang lebih tinggi karena bersifat hard clash, yaitu benturan fisik langsung antar elemen [3].

D. Rekomendasi Perbaikan Desain (Clash Resolving)

Penyelesaian benturan dilakukan melalui koordinasi antara model struktur, arsitektur, dan MEP tanpa mengubah fungsi maupun kapasitas sistem yang telah direncanakan. Pada kasus benturan antar cable tray, penyelesaian dilakukan dengan menggeser posisi atau mengubah elevasi salah satu tray sekitar 50–100 mm. Pada kasus cable tray atau conduit yang menembus dinding tanpa bukaan, penyelesaian dilakukan dengan membuat wall opening sesuai dimensi elemen ditambah toleransi pemasangan. Pada kasus benturan antara pipa dan ducting, elevasi pipa dinaikkan (pipe offset) seminimal mungkin agar tidak memengaruhi kemiringan (slope) dan kapasitas aliran, sedangkan pada benturan antar dua jalur conduit, penyelesaian dilakukan dengan menambahkan sambungan T (T-junction) untuk mengubah arah jalur instalasi.

E. Analisis Potensi Penghematan Biaya

Penerapan clash detection turut memberikan manfaat ekonomi. Simulasi biaya tenaga kerja BIM Drafter menunjukkan bahwa koordinasi tanpa clash detection membutuhkan waktu revisi sekitar 80 jam kerja, sedangkan dengan clash detection waktu revisi dapat ditekan menjadi 24 jam, atau setara penghematan sekitar Rp6.720.000. Selain itu, apabila seluruh benturan yang melibatkan elemen struktur dan MEP baru diketahui pada tahap konstruksi, diperlukan biaya rework yang dapat dihindari apabila konflik diselesaikan pada tahap desain. Rekapitulasi potensi penghematan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Potensi Penghematan Biaya

Uraian	Potensi Penghematan (Rp)
Biaya BIM Drafter	6.720.000,00
Rework Cable Tray (14 titik)	7.029.302,00
Rework Conduit (18 titik)	10.047.836,88
Rework Pipa (83 titik)	4.731.518,75
Total	28.528.675,63

Total potensi penghematan biaya melalui penerapan BIM clash detection pada penelitian ini mencapai sekitar Rp28.528.675,63, yang diperoleh dari efisiensi waktu revisi BIM Drafter serta pencegahan pekerjaan rework pada instalasi cable tray, conduit, dan pipa. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa identifikasi benturan sejak tahap

desain memberikan manfaat signifikan berupa peningkatan kualitas koordinasi, pengurangan risiko pekerjaan ulang, serta efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi.

IV. SIMPULAN

Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Proyek Gedung SMU Unggul Garuda berhasil menghasilkan model tiga dimensi struktur dan MEP yang terintegrasi hingga LOD 300 menggunakan Autodesk Revit, serta mampu mengidentifikasi benturan antar elemen secara otomatis melalui fitur Interference Check yang tidak mudah dideteksi melalui gambar kerja dua dimensi. Hasil clash detection menemukan 115 benturan, terdiri atas 32 major clash dan 83 minor clash, dengan benturan antar elemen pipa sebagai kategori dominan. Rekomendasi perbaikan desain berupa penyesuaian elevasi, penggeseran jalur instalasi, pembuatan wall opening, dan penambahan sambungan T terbukti dapat menyelesaikan konflik tanpa mengubah fungsi sistem. Penerapan clash detection pada tahap desain juga diestimasikan menghemat biaya sekitar Rp28,5 juta dibandingkan apabila konflik baru diketahui pada tahap konstruksi. Dengan demikian, penerapan BIM terbukti meningkatkan kualitas koordinasi antar disiplin, mengurangi risiko pekerjaan ulang, serta mendukung efisiensi waktu dan biaya pelaksanaan proyek konstruksi. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan analisis ke disiplin arsitektur dan tahap 4D/5D BIM agar manfaat penerapan BIM dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Proyek Gedung SMU Unggul Garuda atas izin dan penyediaan data gambar kerja struktur dan MEP yang digunakan dalam penelitian ini, serta kepada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungan fasilitas selama pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, dan K. Liston, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.
- [2] P. Yung, J. Wang, X. Wang, dan M. Jin, "A BIM-enabled MEP coordination process for use in China," *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 19, pp. 383-398, 2014.
- [3] S. Azhar, "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry," *Leadership and Management in Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 241-252, 2011.
- [4] A. W. I. Samlin, "Evaluasi Clash Detection pada Tahap Pemodelan Gedung Berbasis Building Information Modeling (Studi Kasus: Gedung Kos Citra Tiga Lantai)," *Skripsi*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2021.
- [5] F. Nam-A-Sa, S. Tantrairatn, dan A. Chapirom, "Application of Building Information Modeling (BIM) for Clash Detection and Mitigation of Building System Conflicts in Construction Projects," *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, vol. 13, no. 9, pp. 16-22, 2025.
- [6] M. Nofriadi, M. Sitompul, R. W. Dary, C. Utami, dan H. Sakri, "Analisis Clash Detection Pekerjaan Struktur Menggunakan Building Information Modelling Pada Proyek Konstruksi X," *Jurnal Konstruksi*, vol. 24, no. 1, 2026.
- [7] Autodesk, *Navisworks Manage Help: Clash Detective*. Autodesk, 2025.
- [8] Autodesk, *Revit Help: Interference Check*. Autodesk, 2025.
- [9] International Organization for Standardization, *ISO 19650-1:2018: Organization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) - Part 1: Concepts and Principles*. Geneva: ISO, 2018.
- [10] International Organization for Standardization, *ISO 19650-2:2018: Organization and Digitization of Information about Buildings and Civil Engineering Works, Including Building Information Modelling (BIM) - Part 2: Delivery Phase of the Assets*. Geneva: ISO, 2018.
- [11] buildingSMART International, *Industry Foundation Classes (IFC) 4.3.2.0 Documentation*. buildingSMART International, 2024.
- [12] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Modul 2: Proses Bisnis PUPR dan Manajemen Perubahan yang Terkait Implementasi BIM*. Jakarta: Kementerian PUPR, 2018.

- [13] M. Bryde, M. Broquetas, dan J. M. Volm, "The project benefits of Building Information Modelling (BIM)," International Journal of Project Management, vol. 31, no. 7, pp. 971-980, 2013.
- B. Succar, "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders," Automation in Construction, vol. 18, no. 3, pp. 357-375, 2009.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.