

FAKTOR PERMASALAHAN INTEROPERABILITAS PADA PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* DALAM PROSES ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR

RIDHO AIDIL FITRAH^{1,2*}, ELITA AMRINA², MASRILAYANTI¹, RUDDY KURNIAWAN¹, JATI
SUNARYATI¹, PHANDU RIZALDI³, HANIFA ROJA AZIZAH³

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat.

²Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat.

³Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat.

*Corresponding Author : ✉ ridho@eng.unand.ac.id

Naskah diterima : 24 Maret 2024. Disetujui: 26 Mei 2024. Diterbitkan: 30 Juni 2024

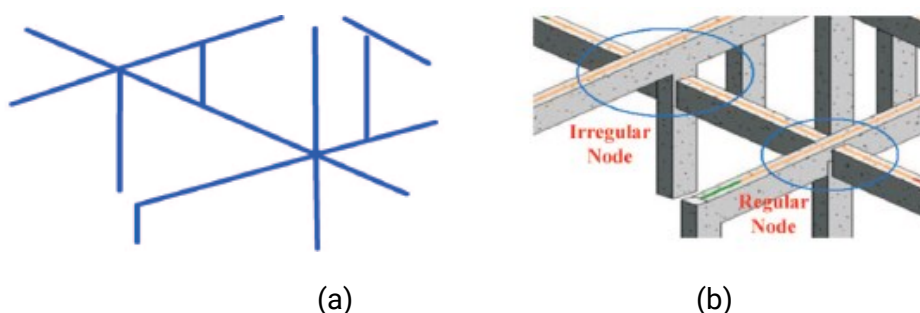
ABSTRAK

Interoperabilitas dalam konteks Building Information Modeling (BIM) mengacu pada kemampuan sistem, perangkat lunak, dan platform berbeda untuk bekerja bersama dan berbagi informasi BIM secara efektif. Ini memungkinkan para profesional dalam industri konstruksi untuk bekerja sama dengan lebih efisien dan meminimalkan risiko kehilangan data atau kesalahan komunikasi. Interoperabilitas BIM yang efektif adalah aspek kritis dari keberhasilan implementasi BIM dalam proyek konstruksi dimulai dari proses desain hingga ke proses konstruksi di lapangan. Salah satu fase dalam BIM adalah analisis dan desain struktur. Penelitian ini menyajikan permasalahan yang timbul dalam penerapan interoperabilitas BIM antara *architectural model* ke *analytical model* pada bangunan bertingkat. Penelitian ini dilakukan dengan simulasi permodelan bangunan bertingkat beton bertulang dan baja hingga hasil desain elemen struktur dengan perangkat lunak ETABS dan Revit dalam bentuk format yang terstandar. Hasil simulasi ini disajikan dalam bentuk *workflow* yang didalamnya telah mengidentifikasi faktor-faktor yang mendominasi permasalahan interoperabilitas masing-masing perangkat lunak. Ketersediaan *add-on* atau *plugins* antar perangkat lunak menjadi faktor utama yang menyebabkan terjadinya inkonsistensi data dan koordinat serta ketidaksesuaian hasil detail desain dari *analytical model* ke *architectural model* dalam proses penggambaran *shop drawing*.

Kata kunci : Interoperabilitas, Building Information Modelling, Analisis Struktur, Desain Struktur, Bangunan Bertingkat

1. PENDAHULUAN

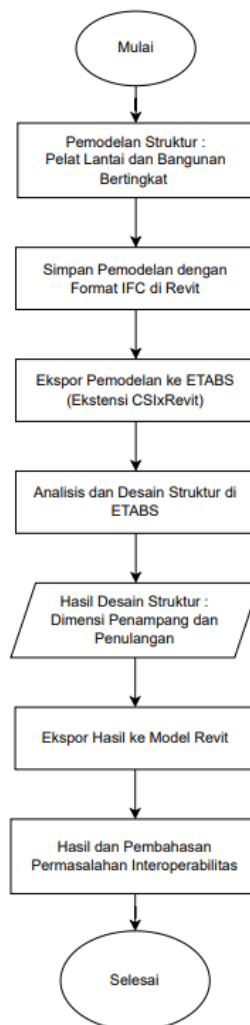
Penggunaan teknologi informasi pada infrastruktur menjadi inti dalam kesuksesan pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia, yaitu implementasi *Building Information Modelling* (BIM). BIM merupakan implementasi teknologi informasi berbasis digital yang merepresentasikan secara fisik dan fungsi dari karakteristik infrastruktur atau bangunan. BIM membutuhkan proses kolaboratif agar seluruh manajemen proyek konstruksi dapat terintegrasi dalam tahapan desain, pelaksanaan konstruksi, dan operasinya pada *architecture, engineering, and construction* (AEC). Efektifitas dalam operasional biaya dan waktu serta sumber daya adalah nilai jual dari penggunaan BIM di proyek konstruksi (Fernández-Mora et al., 2022). Analisis dan desain struktur adalah tahapan dalam mendapatkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam merancang detailing dari struktur bangunan melalui *analytical model*. Model ini digunakan oleh perencana struktur untuk melakukan perhitungan terhadap kekuatan, stabilitas, dan kesesuaian hasil analisis dan desain terhadap standar yang berlaku. Dalam menerapkan BIM, *software* yang akan digunakan harus saling terintegrasi melalui interoperabilitas. Interoperabilitas merupakan kemampuan *software* berbagi informasi dan data setiap komponen-komponen dalam sebuah model bangunan (Steel et al., 2012). Interoperabilitas memegang peranan penting dalam pengolahan data agar informasi dalam sebuah model dapat disajikan seutuhnya sehingga proses BIM dapat berjalan efektif. Namun, kendala yang dihadapi dalam menggunakan *software* dan pertukaran data yaitu adanya perbedaan format yang digunakan (Bhusar & Akhare, 2014; Fink, 2018). Data disimpan melalui format seperti .dwg, .dxf, dan .pdf, tetapi belum mampu mengakomodasi keseluruhan proses transfer data. Untuk itu, sejak tahun 2005 integrasi format data dikembangkan dan distandarisasi menjadi *industry foundation classes* (IFC). Format ini sudah tersedia dalam berbagai *software* yang digunakan secara komprehensif pada proses BIM terkhusus pada proses analisis dan desain struktur seperti SAP2000, ETABS, dan RevitStructure. Namun, efektifitas transfer data pada proses ini dengan format IFC masih menemui permasalahan yang tergantung pada tingkat kompleksitas antara *physical models* dan *analytical models*. IFC Extension mempunyai dua level utama yaitu konsep dan domain. Level konsep diimplementasikan pada analisis struktur, kondisi batas dan asumsi yang digunakan pada model. Sedangkan untuk level domain menuntut pengguna dari *software* untuk mengerti terkait informasi apa yang diinputkan dan bagaimana meminimalisir potensi konflik atau *clash* pada model yang telah dibuat dengan model yang akan disimpan. Untuk mengakomodasi hal tersebut diperlukan standarisasi yang tepat pada proses interoperabilitas BIM tersebut.



Gambar 1. Perbedaan Informasi antara (a) *Analytical Model* dan (b) *Physical Model*
Sumber : (Liu et al., 2016)

Beberapa *software* yang tersedia untuk proses analisis struktur pada AEC memiliki perbedaan dalam akomodasi informasi yang relevan terhadap model. Sebagai contoh pada Gambar 1 memperlihatkan perbedaan informasi pada titik nodal sambungan balok-kolom di *analytical model* (a) dan *physical model* (b). Menurut Steel, dimensi permasalahan selama proses interoperabilitas akan menyebabkan *time-consuming* dan *human error*. Hal ini akan memperlambat koordinasi antara sesama pihak yang terlibat (Steel et al., 2012). Tingkatan pada interoperabilitas akan memiliki peranan agar informasi yang disampaikan akan berkesinambungan (Ren et al., 2018). Permasalahan ini akan berdampak pada pelaksanaan di proyek, terutama hal-hal terkait sambungan struktur yang krusial (Ciotta et al., 2021). Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor permasalahan pada proses interoperabilitas dalam analisis dan desain struktur menggunakan *software* Revit ke ETABS, ataupun sebaliknya, untuk model struktur sederhana.

2. METODA PENELITIAN



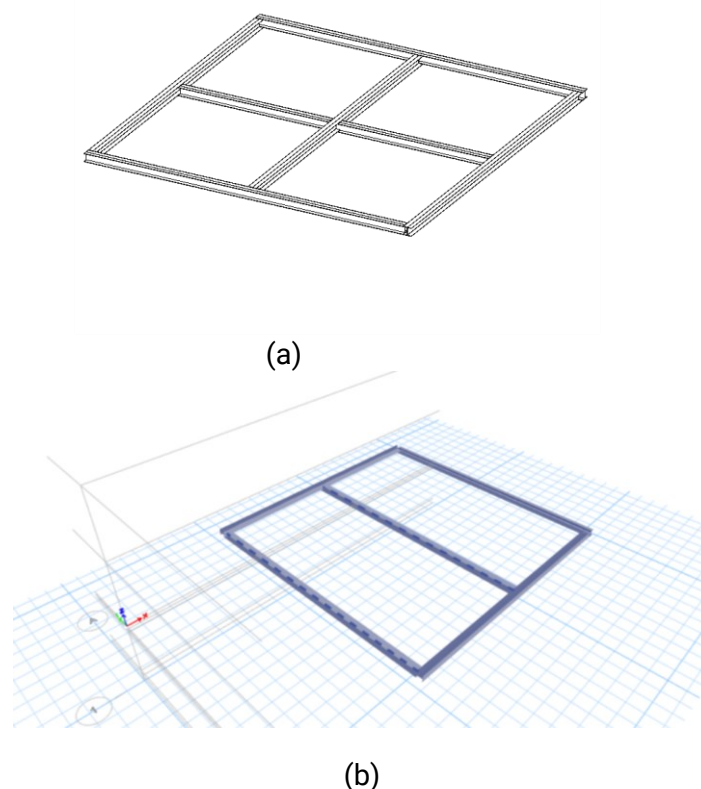
Gambar 2. Alur Penelitian

Untuk mendapatkan permasalahan interoperabilitas saat proses analisis dan desain pada elemen struktur secara dua dimensi dan tiga dimensi menggunakan *software* ETABS,

kemudian diekspor ke *software* Revit dalam format IFC ataupun sebaliknya seperti Gambar 2. Penelitian ini merujuk dari hasil diskusi pada mata kuliah BIM dalam Rekayasa Struktur di Prodi Sarjana Teknik Sipil Universitas Andalas. Alur dalam melakukan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut :

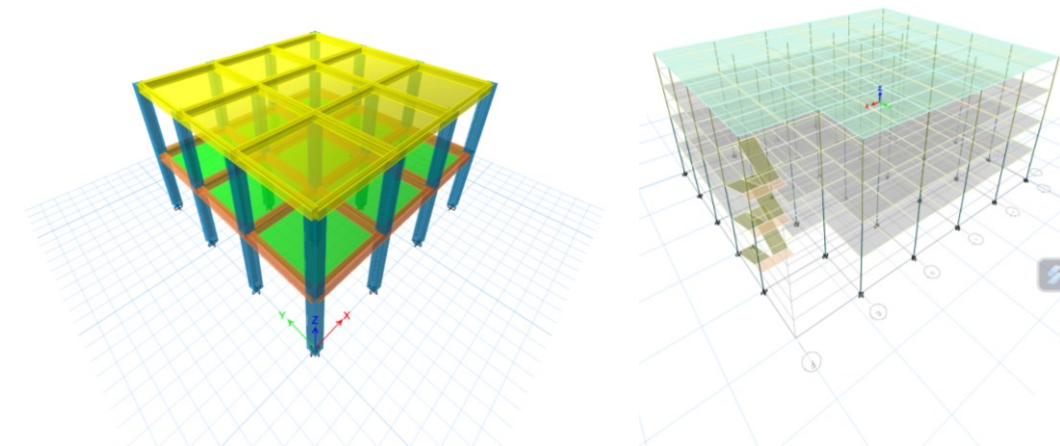
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Permasalahan Pemodelan

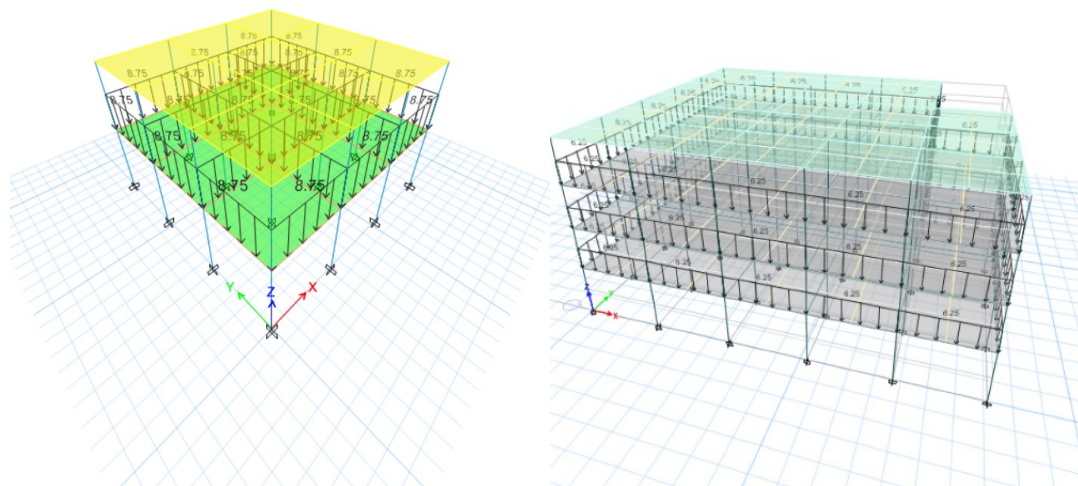


Gambar 3. (a) Pemodelan Struktur Pelat Dua Dimensi di Revit (b) Hasil Ekspor Permodelan dari Revit ke ETABS

Luasan pelat yang ditumpu pada balok anak (*secondary beam*) dan balok induk (*primary beam*) dimodelkan menggunakan *software* Revit yang kemudian disimpan dalam file format IFC dan diekspor ke ETABS seperti pada Gambar 3. Hasil ekspor permodelan pada ETABS menunjukkan adanya bagian pada model struktur yang hilang, yaitu balok anak (*secondary beam*). Selanjutnya, terjadi perubahan koordinat di ETABS yang semula digambarkan pada titik koordinat 0,0 pada *software* Revit. Gambar 4 dan 5 menampilkan permodelan pada struktur bangunan beton bertulang dua tingkat dan tiga tingkat menggunakan ETABS dengan memasukkan parameter seperti ukuran pelat lantai, balok, dan kolom. Informasi material didefinisikan dengan menginputkan parameter material beton seperti kuat tekan (f_c') dan modulus elastisitas (E_c) serta material baja seperti kuat leleh (f_y) dan kuat tarik batas (f_u). Pembebanan yang dimasukkan ke dalam model adalah beban mati (DL) dan beban hidup (LL) dengan kombinasi pembebanan 1.2DL + 1.6 LL.



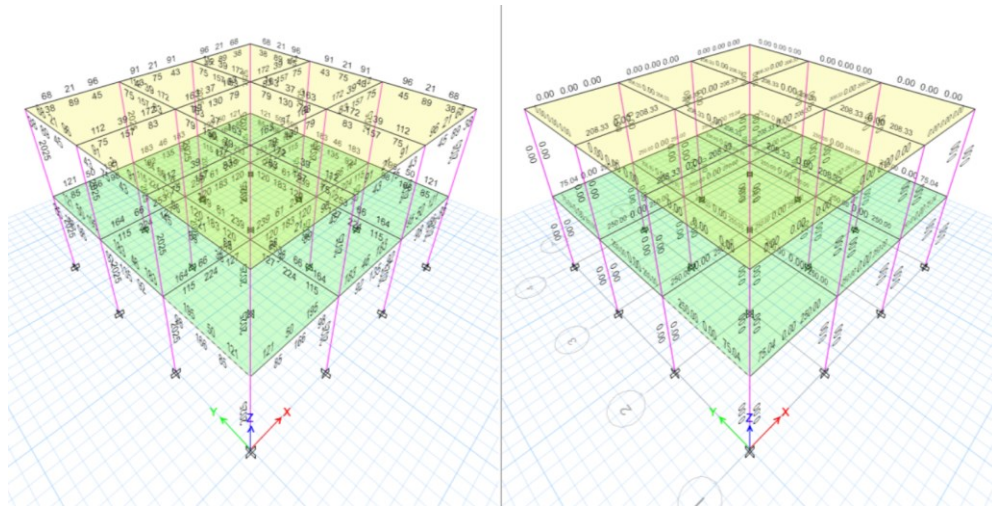
Gambar 4. Pemodelan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat



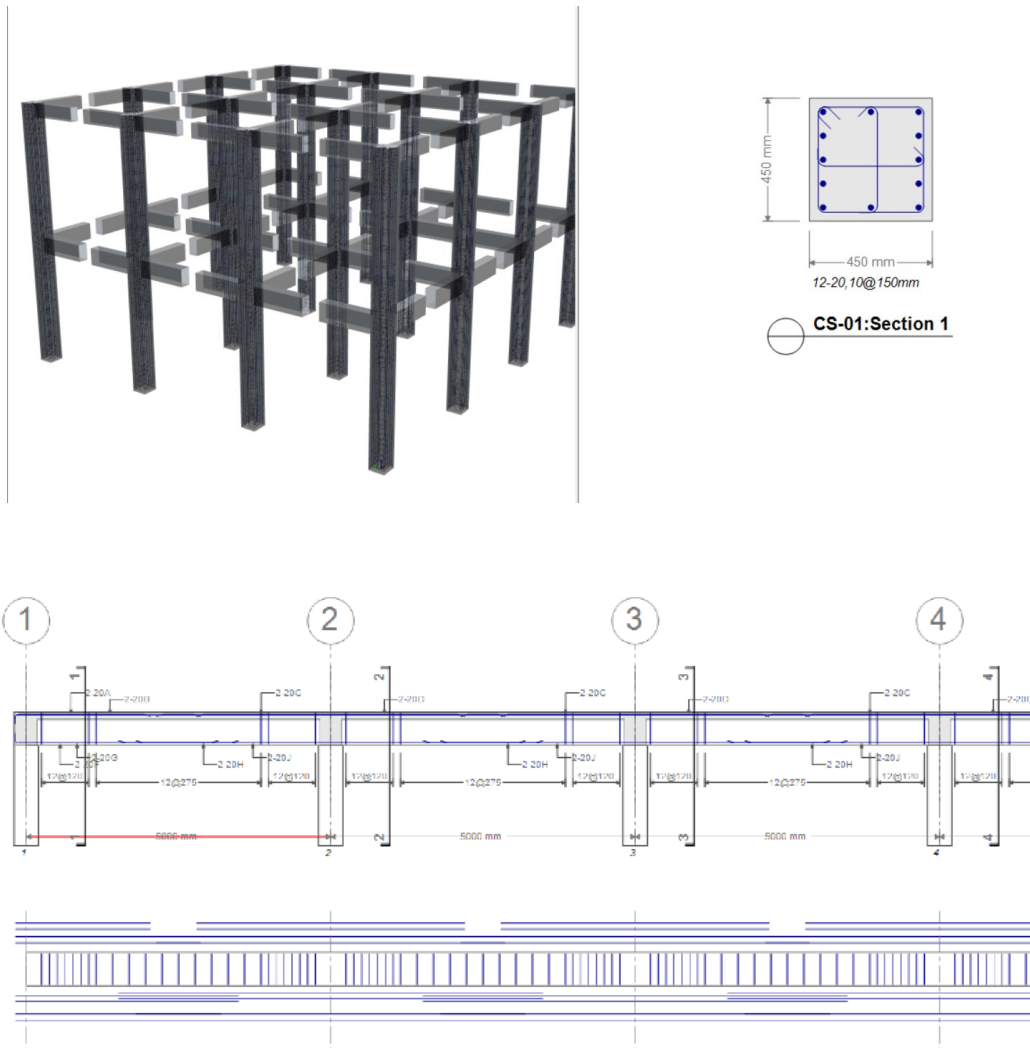
Gambar 5. Input Pembebanan

3.2. Hasil Analisis dan Desain

Informasi hasil analisis tersebut digunakan untuk mendapatkan hasil desain tulangan pada beton bertulang seperti luasan tulangan yang dibutuhkan pada balok dan kolom (Gambar 6) yang kemudian dengan menggunakan *software* ETABS DETAILING mengeluarkan hasil detailing tulangan untuk penampang balok dan kolom seperti pada Gambar 7. Kemudian hasil desain ini akan diekspor ke Revit menggunakan format IFC dan ekstensi program CsiXRevit untuk mengetahui perbandingan permasalahan yang terjadi pada saat interoperabilitas BIM.



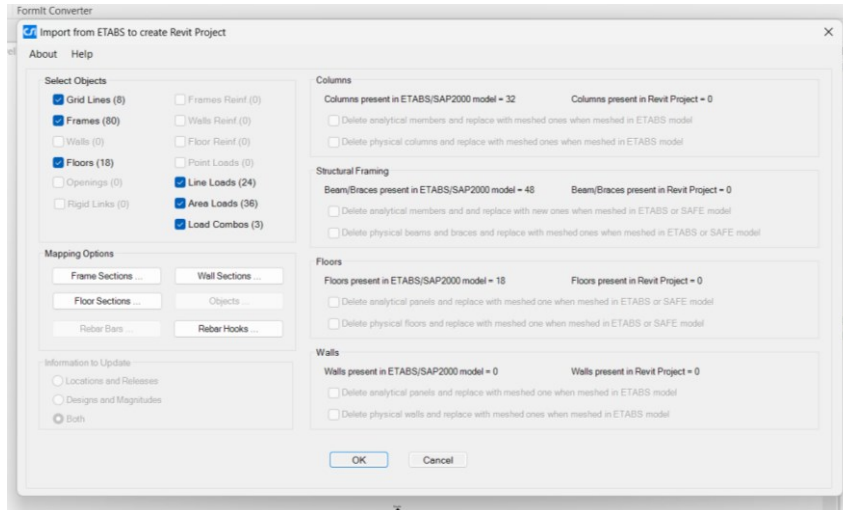
Gambar 6. Hasil Desain Penulangan ETABS



Gambar 7. Detailing Penulangan Balok dan Kolom

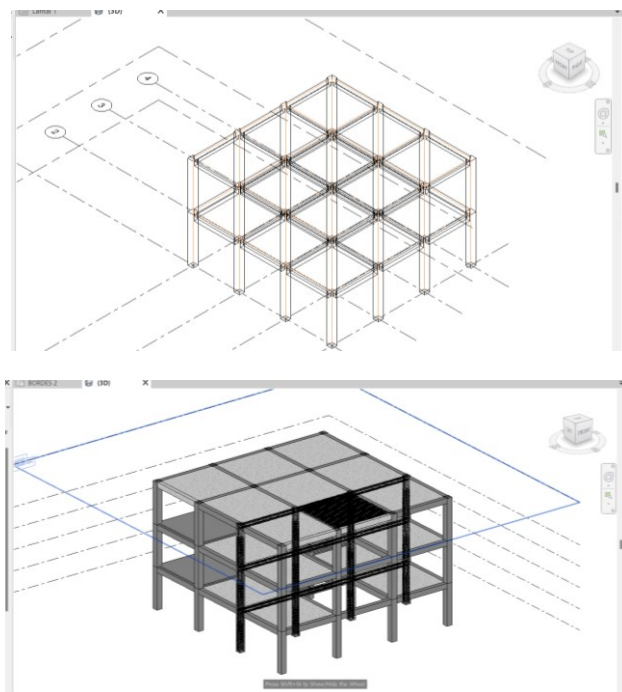
3.3. Hasil Ekspor ETABS ke Revit

Selama proses ekspor berlangsung dengan format IFC. ETABS meminta informasi apa saja yang akan disimpan melalui format ini. Pada Gambar 8 memperlihatkan adanya informasi opsi yang diberikan mulai dari detail masing-masing elemen struktur dan pembebanan.



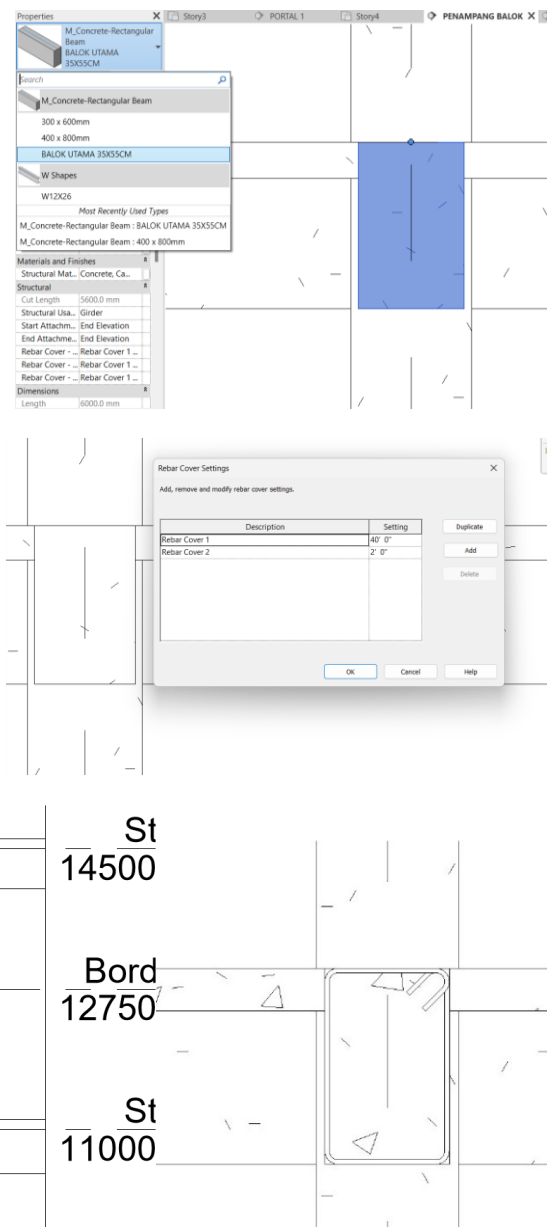
Gambar 8. Informasi pada saat Import model ETABS ke Revit

Hasil ekspor ke Revit ditampilkan pada Gambar 9. Secara garis besar model bangunan secara bentuk tidak mengalami perubahan Namun, informasi yang mengakomodasi identitas model mengalami permasalahan seperti pada Gambar 10.



Gambar 9. Hasil Ekspor Model ETABS ke Revit

Informasi yang hilang berkaitan dengan model adalah informasi terkait material yang digunakan, keterangan pembebanan pada *analytical model*. Secara elevasi dan geometri bangunan, beberapa kolom tidak mencapai tinggi atau elevasi yang dimaksud atau terputus. Selanjutnya format IFC tidak mengakomodasi jumlah dan detailing tulangan pada masing-masing komponen struktur. Hal ini karena definisi material family tulangan tidak termasuk dalam *software* Revit. Namun ekstensi melalui *software* CSIXRevit memberikan informasi tulangan, hanya saja informasi terkait selimut beton tidak didefinisikan secara tepat oleh Revit. Sehingga untuk mengatasi permasalahan ini perlu dilakukan penggambaran manual yang mengacu pada hasil desain sebelumnya di ETABS.



Gambar 10. Permasalahan Import Model pada Revit

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan terhadap model bangunan bertingkat menggunakan aplikasi ETABS ke Revit, dengan format IFC dan ekstensi CSIxRevit, dapat disimpulkan faktor permasalahan yang timbul pada model selama proses interoperabilitas sebagai berikut :

- Format IFC tidak mengakomodasi informasi hasil desain dan detailing yang didapat melalui ETABS. Hanya informasi geometri ukuran balok, kolom, dan pelat lantai. Hal ini akan menjadi permasalahan dalam inefisiensi waktu yang diperlukan untuk memodifikasi kembali hasil desain dan detailing ke model
- Kurangnya metode selain pendekatan "top-down" dalam merepresentasikan elemen model dan melacak perubahan semantik elemen antara model yang berbeda
- Ekstensi CSIxRevit belum sepenuhnya mengatasi masalah distorsi informasi model dan kehilangan presisi geometri. Sehingga perlu pemahaman pengguna untuk mekanisme interoperabilitas menggunakan ekstensi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhusar, A. A., & Akhare, A. R. (2014). Application of BIM in Structural Engineering. In SSRG *International Journal of Civil Engineering* (Vol. 1). www.internationaljournalssrg.org
- Ciotta, V., Asprone, D., Manfredi, G., & Cosenza, E. (2021). Building Information Modelling in Structural Engineering: A Qualitative Literature Review. In *CivilEng* (Vol. 2, Issue 3, pp. 765–793). MDPI. <https://doi.org/10.3390/civileng2030042>
- Fernández-Mora, V., Navarro, I. J., & Yepes, V. (2022). Integration of the structural project into the BIM paradigm: A literature review. *Journal of Building Engineering*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104318>
- Fink, T. (2018). BIM for structural engineering. In *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice* (pp. 329–336). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_19
- Liu, Z. Q., Zhang, F., & Zhang, J. (2016). The building information modeling and its use for data transformation in the structural design stage. *Journal of Applied Science and Engineering*, 19(3), 273–284. <https://doi.org/10.6180/jase.2016.19.3.05>
- Ren, R., Zhang, J., & Dib, H. N. (2018). *BIM Interoperability for Structure Analysis*.
- Steel, J., Drogemuller, R., & Toth, B. (2012). Model interoperability in building information modelling. *Software and Systems Modeling*, 11(1), 99–109. <https://doi.org/10.1007/s10270-010-0178-4>