

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Implementasi Building Information Modeling dalam Quantity Take – Off Proyek Konstruksi

Implementation of Building Information Modeling in Quantity Take-Off of Construction Projects

Junita Eka Susanti¹, Muhammad Azka Abdullah², Putri Ayu Dwiyanas³^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur Dan Kewilayahan, Institut Teknologi SumateraEmail korespondensi: junita.susanti@si.itera.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p><i>Building Information Modeling (BIM), Autodesk Revit, Quantity Take – Off (QTO), Clash Detection, Struktural</i></p>	<p><i>Building Information Modeling (BIM) ialah salah satu metode yang berkembang pesat dalam dunia industri Architecture, Engineering, dan Construction (AEC). Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan konsep Building Information Modeling (BIM) menggunakan Autodesk Revit dalam proses pemodelan struktur, estimasi volume Quantity Take – Off pekerjaan struktural, dan analisis Clash Detection pekerjaan struktural pada modeling Gedung Rumah Sakit. Metode yang digunakan ialah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan menjelaskan tahapan pemodelan dan perhitungan volume berdasarkan data yang diperoleh dari Autodesk Revit. Proses modeling dilakukan secara terintegrasi, menghasilkan model 3D dan gambar kerja 2D yang sesuai dengan data teknis proyek yang tertera pada lampiran, sehingga mendapatkan hasil volume Quantity Take – Off pada struktural fondasi sebesar 837,693 m³, dinding struktural retaining wall sebesar 79,402 m³, struktural kolom sebesar 708,710 m³, struktural balok sebelum clash detection sebesar 1095,523 m³, struktural pelat lantai sebesar 737,004 m³, struktural tulangan BJTS sebelum clash detection sebesar 97,469 m³ dengan berat besi sebesar 843,492 ton atau 844 ton. Clash detection dengan fitur Interference check pada Autodesk Revit membantu memperbaiki konflik dalam model dan meningkatkan akurasi data kuantitatif seperti QTO balok sebesar 1095,549 m³ dengan selisih 0,002%, dan QTO tulangan BJTS sebesar 97,478 m³ dengan selisih 0,10%, serta berat besi sebesar 843,492 Ton dengan selisih 0,009%. Dengan jumlah besi sebanyak 50.093,678 batang atau 50.094 batang.</i></p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p><i>Building Information Modeling (BIM), Autodesk Revit, Quantity Take – Off (QTO), Clash Detection, Structural Modeling</i></p>	<p><i>Building Information Modeling (BIM) is one of the methods that has been rapidly developing in the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) industry. This study aims to implement the concept of BIM using Autodesk Revit in the process of structural modeling, volume estimation through Quantity Take – Off, and structural Clash Detection analysis in the modeling of Hospital Medical Building. The research employs a descriptive quantitative approach, explaining the modeling stages and volume calculations based on data obtained from Autodesk Revit. The modeling process was carried out in an integrated manner, producing a 3D model and 2D construction drawings in accordance with the technical project data provided in the appendices. The Quantity Take – Off results for structural elements are as follow: foundations structure of 837.693 m³, structural wall retaining wall of 79.402 m³, column structure of 708.710 m³, framing beam</i></p>

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

structure before clash detection of 1095.523 m³, floor slab structure of 737.004 m³, and BJTS reinforcement structure before clash detection of 97.469 m³, with a total rebar weight of 843.418 tons (rounded to 844 tons). The clash detection process using the Interference Check feature in Autodesk Revit assisted in resolving conflicts within the model and enhanced the accuracy of the quantitative data. The resulting QTO volumes after clash detection were: framing beam structure of 1095.549 m³ with a ratio of 0.002%, and BJTS reinforcement of 97.478 m³ with a ratio of 0.010% with rebar weight of 843.492 Tons (a difference of 0.009%). With a total of 50.093.678 bars of steel, or approximately 50,094 bars.

1. Pendahuluan

Building Information Modeling (BIM) ialah salah satu metode yang berkembang pesat dalam dunia industri *Architecture, Engineering, dan Construction* (AEC). Dengan teknologi menggunakan metode BIM, model virtual bangunan dibangun secara digital yang akurat [1]. Metode BIM membantu mengatasi perbedaan volume pekerjaan akibat perubahan desain, benturan antar *elements (clash)*, yang dapat menyebabkan rework dan mengurangi efisiensi kerja [2], Sesuai Permen PUPR No. 22/2018, metode BIM wajib digunakan pada bangunan gedung negara di atas 2000 m² dan lebih dari dua tingkat [3]. Salah satu perangkat lunak metode BIM seperti *Autodesk Revit*. Autodesk Revit menyediakan fasilitas pemodelan 3D terintegrasi demi mendukung proses desain arsitektural, struktural, serta sistem MEP dalam satu ruang lingkup kerja digital berbasis BIM, aplikasi ini juga digunakan untuk melakukan *quantity take - off* dan melakukan perhitungan RAB [4].

Aplikasi metode BIM seperti *Autodesk Revit, Autodesk Naviswork, Assemble, dan Vico* ialah beberapa program yang memungkinkan peralihan penggunaan *quantity take - off* dan estimasi berbasis metode BIM [5]. Secara umum *Quantity Take - Off (QTO)* merupakan salah satu komponen utama dalam proses konstruksi karena digunakan untuk memperkirakan biaya dan beban kerja yang relevan, QTO mencakup aktivitas pengukuran skema bangunan atau pekerjaan yang dilakukan dalam bentuk rekayasa digital maupun di lokasi konstruksi [6]. Selain mencari *quantity take - off*, metode BIM juga dapat melakukan clash detection yaitu sebagai cara untuk mengetahui sebuah benturan atau clash yang terjadi antara satu elemen bangunan dengan elemen lainnya. Fungsi tersebut merupakan sebuah keuntungan karena dapat menemukan kesalahan yang terjadi pada pemodelan rancangan yang dapat mempengaruhi data volume kuantitas yang menjadi patokan dalam menghitung estimasi biaya.

Pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit dengan nilai investasi berkisar Rp84.000.000.000 (delapan puluh empat miliar rupiah), terdapat permasalahan dalam proses pemodelan dan quantity take-off (QTO) yang masih menggunakan metode manual, yaitu Autodesk AutoCAD untuk pemodelan dan Microsoft Excel untuk estimasi QTO. Metode konvensional ini menyebabkan waktu pengerjaan yang lama, potensi human error seperti kesalahan perhitungan ganda dan salah input data, serta ketidakmampuan menganalisis benturan antar elemen [10][11], sehingga mengakibatkan ketidakakuratan perhitungan QTO [5]. Kondisi ini seharusnya dapat diatasi mengingat proyek dengan luas bangunan 24.605,01 m² dan tujuh lantai secara regulatif wajib menerapkan BIM sesuai Permen

PUPR No. 22/2018. Metode BIM terbukti mampu mengatasi perbedaan volume akibat perubahan desain dan benturan antar elemen yang berpotensi menyebabkan rework serta penurunan efisiensi kerja [2], sekaligus meningkatkan efisiensi perencanaan secara signifikan [12]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode BIM melalui aplikasi Autodesk Revit guna menghasilkan Detail Engineering Design, memperoleh hasil QTO, dan menganalisis clash detection untuk mengetahui lokasi benturan yang terjadi [1].

2. Tinjauan Pustaka

Building Information Modeling (BIM) memiliki banyak interpretasi dan definisi. BIM adalah sebuah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional dalam bangunan (infrastruktur) yang menjadi sumber informasi bersama (*shared knowledge resource*) untuk mendukung pengambilan keputusan selama siklus hidup bangunan, dari tahap perencanaan hingga pembongkaran [1]. BIM merupakan metodologi yang mencakup semua informasi seperti spesifikasi, kuantitas, harga, tahapan pekerjaan, dan lainnya yang terhubung dengan model bangunan 3D sehingga memberikan manfaat berupa pengendalian biaya dan waktu, koordinasi pelaksanaan yang efisien, dan manajemen aset infrastruktur yang optimal [13]. BIM memiliki 5 kegunaan yang mencakup produktivitas yang tinggi, efisiensi, serta akses terhadap informasi terkait waktu dan biaya dalam perancangan yang mudah, kemampuan dalam pengamatan (*monitoring*) dan penelusuran (*tracking*) perkembangan konstruksi, serta meminimalisir benturan antar elemen rancangan bangunan (*clash*) [7].

Salah satu perangkat lunak berbasis BIM yang digunakan secara luas adalah Autodesk Revit. Autodesk Revit adalah aplikasi berbasis BIM yang memudahkan pembuatan desain, gambar, dan jadwal yang dibutuhkan dalam proses konstruksi [14]. Dengan menggunakan Autodesk Revit, pengguna dapat mendesain bentuk, struktur, serta sistem 3D dengan akurasi dan presisi yang tinggi, sekaligus meringkas proses dokumentasi melalui elemen revisi instan yang memudahkan perubahan cepat pada rencana, elevasi, jadwal, dan bagian proyek. Autodesk Revit juga memudahkan kolaborasi multidisiplin secara efisien dan efektif dalam lingkungan proyek yang terintegrasi [3]. Kelebihan utama Autodesk Revit antara lain mampu meningkatkan efisiensi perencanaan hingga 50% sekaligus mengurangi kebutuhan sumber daya manusia hingga 26,66%, memiliki kemampuan mendeteksi benturan desain (*clash detection*), dan mengintegrasikan seluruh kebutuhan seperti analisis struktur, desain, perhitungan volume, serta penjadwalan dalam satu perangkat lunak [12][17].

Quantity Take-Off (QTO) merupakan salah satu komponen utama dalam proses konstruksi yang digunakan untuk memperkirakan biaya dan beban kerja yang relevan. QTO mencakup aktivitas pengukuran skema bangunan atau pekerjaan yang dilakukan dalam bentuk rekayasa digital maupun di lokasi konstruksi [6]. Secara lebih spesifik, QTO adalah pekerjaan perhitungan volume yang dilakukan oleh kontraktor sebagai dasar penyusunan *Bill of Quantity* (BoQ) pada tahap tender, sekaligus sebagai acuan dalam pelaksanaan pengadaan [15]. Penggunaan metode BIM dalam proses QTO tidak hanya menghemat waktu selama perancangan rencana anggaran biaya, tetapi juga menghasilkan nilai akurasi perhitungan volume yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, karena perhitungan volume pekerjaan dapat dikerjakan secara otomatis berdasarkan model 3D yang dimodelkan [5][18].

Clash Detection (deteksi benturan) atau *clash test* adalah istilah yang pada umumnya bertujuan untuk mengetahui, meninjau, dan memberitahukan deteksi kendala dalam sebuah model proyek pada tahapan desain serta pra-konstruksi. Clash terjadi ketika elemen-elemen dari model *family* yang berbeda memasuki ruang yang sama melalui proses integrasi berbagai model dari beragam disiplin (arsitektur, struktur, MEP). Clash detection diterapkan untuk mengecek pekerjaan baik yang sudah selesai maupun yang sedang dikerjakan guna mengurangi risiko *human error* yang kemungkinan terjadi selama proses konstruksi [8].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yaitu analisis yang diterapkan untuk menggambarkan, merangkum, dan menganalisis data kuantitatif guna memudahkan interpretasi dan pengambilan keputusan dari data yang ada [16]. Objek penelitian adalah pekerjaan struktural pada Proyek Pembangunan Gedung Medik Rumah Sakit Islam Jakarta Pondok Kopi, beralamat di Jalan Raya Pondok Kopi, Kecamatan Duren Sawit, Jakarta Timur, dengan luas bangunan 24.605,01 m² yang terdiri dari 6 lantai dan 1 basement.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh langsung dari kontraktor pelaksana, meliputi gambar Detail Engineering Design (DED) pekerjaan struktural, detail bar bending schedule, dan dokumen spesifikasi teknis khusus struktur. Spesifikasi material yang digunakan adalah beton $f_c' = 30$ MPa untuk fondasi, $f_c' = 40$ MPa untuk kolom, balok, pelat, dan pile cap, serta baja tulangan BJTS 40+ dengan $f_y = 420$ MPa untuk seluruh elemen struktural.

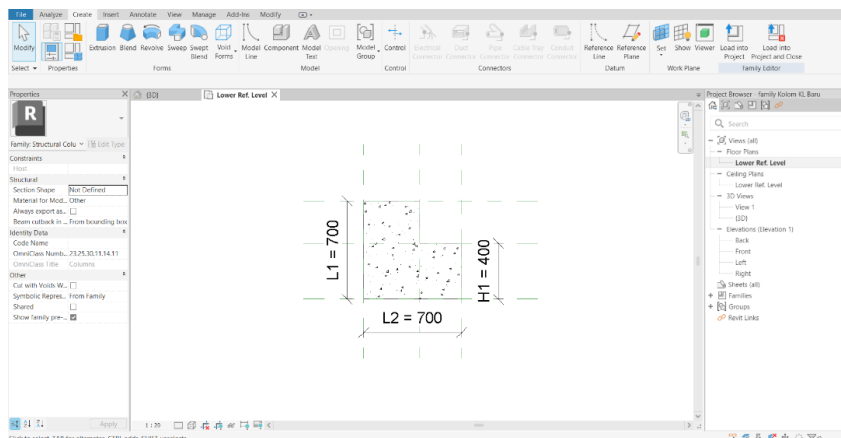
Analisis data dilakukan dalam tiga tahapan. Pertama, pemodelan 3D dan produksi gambar DED 2D dilakukan secara terintegrasi menggunakan Autodesk Revit 2025 dengan mengacu pada data DED dari kontraktor, mencakup elemen fondasi, retaining wall, kolom, balok, pelat lantai, dan tulangan. Kedua, Quantity Take-Off (QTO) diperoleh menggunakan fitur schedule/quantities dan material takeoff pada Autodesk Revit, menghasilkan volume beton (m³) per elemen per lantai serta volume, berat, dan jumlah batang tulangan berdasarkan panjang standar 12 meter per batang sesuai SNI 2052:2017. Ketiga, clash detection dilakukan menggunakan fitur interference check pada Autodesk Revit dengan metode trial and error terhadap pasangan elemen kolom dan pelat lantai terhadap elemen struktural lainnya. Setiap siklus koreksi diikuti peninjauan ulang nilai QTO untuk mengukur selisih volume sebelum dan sesudah perbaikan clash menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persentase} = \left(\frac{QTO_{\text{setelah clash}} - QTO_{\text{sebelum clash}}}{QTO_{\text{sebelum clash}}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

4. Hasil dan Pembahasan

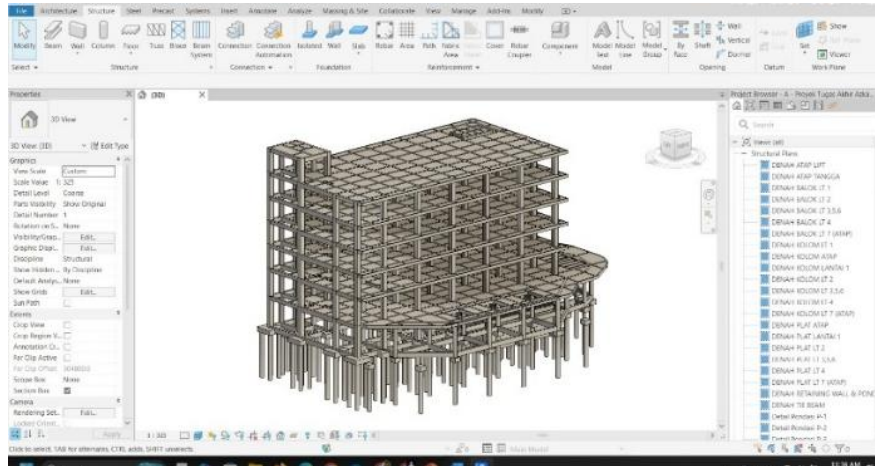
4.1. Perancangan 2D dan 3D Menggunakan Autodesk Revit

Model 3D dalam *Building Information Modeling* (BIM) adalah sebuah hasil dari bentuk nyata serta memiliki informasi detail terkait model 3D tersebut, dengan menggunakan metode BIM dalam aplikasi *Autodesk Revit* maka model 3D dapat di implementasikan langsung dengan gambar 2D, lalu dengan model 3D juga dapat mengetahui hasil *quantity take - off* dari setiap elemen 3D yang dimodelkan menghasilkan gambar serta volume yang dihasilkan menjadi akurat. Terdapat perancangan menggunakan fitur family untuk pemodelan fondasi dan beberapa kolom seperti kolom KT dan KL yang pada *Autodesk Revit* seperti pada gambar berikut.



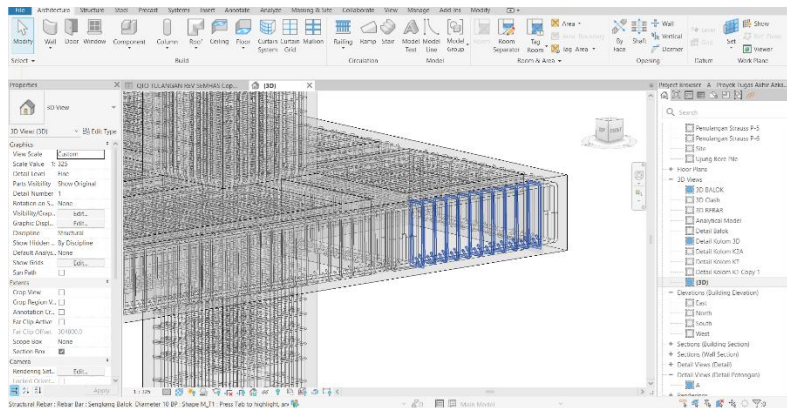
Gambar 1. Fitur *Family* Pemodelan Kolom KL

Dari Gambar 1, dapat dilihat bentuk fondasi dan beberapa kolom seperti KT dan kolom KL yang bersifat khusus sehingga pembuatan menggunakan fitur *family* tambahan menjadi solusi untuk menghasilkan geometri yang tepat sesuai dengan data proyek, kolom lainnya tidak menggunakan fitur *family* secara terpisah dikarenakan komponen tersebut telah tersedia dalam Pustaka *library family Autodesk Revit* sehingga hanya perlu disesuaikan dimensi luasannya sesuai kebutuhan.



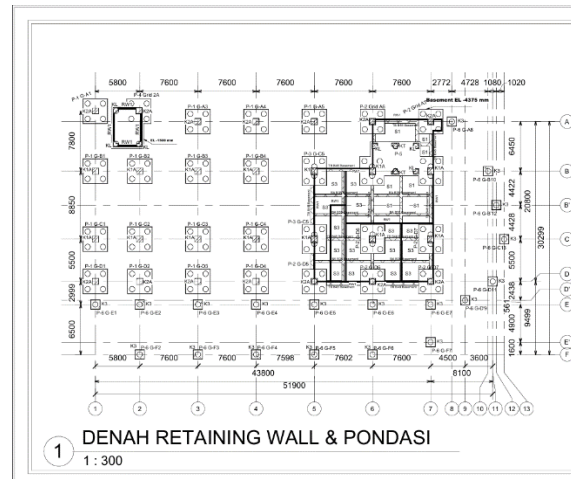
Gambar 2. Hasil Pemodelan 3D Beton Struktural

Pada Gambar 2 hasil dari pemodelan menggunakan *Autodesk Revit* yang dimana tahapan ialah mengatur satuan unit, setelah itu membuat *grid* lalu *leveling*, yang mana berfungsi untuk meletakkan fondasi, kolom, balok, dan pelat lantai sesuai dengan data pada gambar proyek.



Gambar 3. Hasil Pemodelan 3D Tulangan Struktural

Pada Gambar 3 ialah hasil tulangan yang mana dilakukan setelah pemodelan beton karena tulangan butuh *host* yaitu beton, pada penelitian ini menggunakan *rebar type* M_17 untuk *pilecap*, M_SP untuk *pile*, M_00 untuk tulangan utama, dan M_T1 untuk tulangan sengkang. Dengan tahapan pemodelan tulangan fondasi terlebih dahulu hingga tulangan kolom dan balok.



Gambar 4. Hasil Gambar *Detail Engineering Design* (DED)

Pada Gambar 4 ialah hasil 2D yang mana tahap akhir dan siap untuk digunakan sebagai referensi dalam merancang bangunan dengan keterangan dan notasi lengkap dengan tahapan membuat *sheet* lalu memilih *sheet* yang ingin digunakan setelah itu memasukkan gambar yang sudah dikerjakan pada *sheet* tersebut.

4.2. Hasil *Quantity Take - Off* (QTO)

Perancangan *quantity take - off* (QTO) merupakan tahapan penting dalam proses manajemen rekayasa proyek konstruksi yang mengarah pada perhitungan kuantitas material dari elemen struktural yang telah dimodelkan secara digital. Hasil QTO termasuk kedalam 5D dalam dimensi metode BIM yang berisi informasi nama material, model yang digunakan, volume, panjang, lebar, dan lain sebagainya. Berikut ialah hasil *quantity take - off* pada penelitian ini.

Tabel 1. Tabel QTO Fondasi Metode BIM

Type	Total	Volume (m ³)
Beton Fondasi Fc'30 MPa	46	837,693

Pada Tabel 1 didapatkan hasil QTO Fondasi metode BIM didapat 46 buah fondasi dengan volume sebesar 837,693 m³ hal ini dipengaruhi oleh perhitungan fondasi mencakup pilecap dengan pile yang di baca 1 volume oleh *Autodesk Revit*.

Tabel 2. Tabel QTO *Retaining Wall* Metode BIM

Type RW	Total	Volume (m ³)
Beton FW Fc'40 MPa	23	79,402

Pada Tabel 2 didapatkan hasil QTO *Retaining Wall* dengan metode BIM didapatkan jumlah total sebanyak 23 buah dengan volume sebanyak 79,402 m³, didapat dari hasil perhitungan otomatis dari *Autodesk Revit*.

Tabel 3. Tabel QTO Struktural Kolom Metode BIM

Lantai	Nama Material	Jumlah (pcs)	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Kolom Fc'40Mpa	16	42,142
Lantai 1	Beton Kolom Fc'40Mpa	52	160,661
Lantai 2	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	110,152
Lantai 3	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 4	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 5	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 6	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	96,044

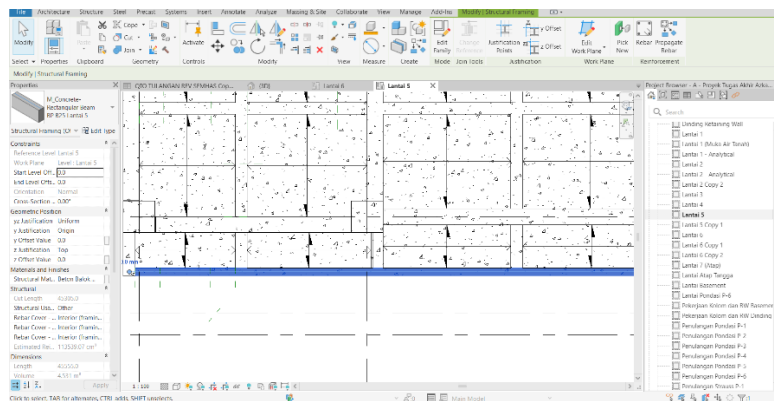
Lantai 7 (Atap)	Beton Kolom Fc'40Mpa	7	16,464
Total		255	708,710

Pada Tabel 3 didapatkan hasil QTO kolom total sebanyak 255 buah dengan volume sebesar 708,710 m³, perbedaan jumlah volume walaupun jumlah kolom tergolong sama dikarenakan perbedaan tinggi antar lantai

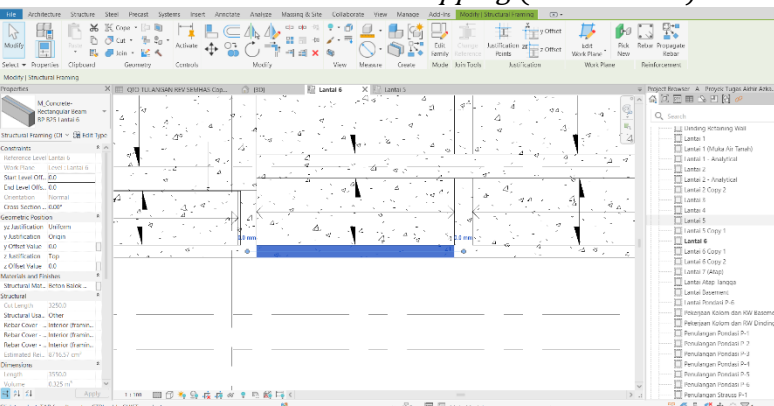
Tabel 4. Tabel QTO Struktural Balok Metode BIM

Lantai	Nama Material	Jumlah	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Balok Fc'40MPa	32	28,070
Lantai 1	Beton Balok Fc'40MPa	110	147,046
Lantai 2	Beton Balok Fc'40MPa	249	209,669
Lantai 3	Beton Balok Fc'40MPa	162	140,513
Lantai 4	Beton Balok Fc'40MPa	155	137,615
Lantai 5	Beton Balok Fc'40MPa	158	138,959
Lantai 6	Beton Balok Fc'40MPa	194	139,632
Lantai 7 (Atap)	Beton Balok Fc'40MPa	159	139,293
Atap Lift	Beton Balok Fc'40MPa	11	5,008
Lantai Atap Tangga	Beton Balok Fc'40MPa	12	9,657
Total		1242	1095,523

Pada Tabel 4 didapatkan hasil QTO pada balok dengan jumlah total sebanyak 1242 buah dengan volume sebesar 1095,523 m³. Studi kasus pada lantai 6 menunjukkan jumlah balok sebanyak 194 buah, jumlah ini lebih banyak dibandingkan lantai 5, dan lantai 7 yang memiliki dimensi lantai serupa, yang menyebabkan elemen seperti dinding yang tampak terpotong oleh rangka struktural tetap dihitung penuh dalam perhitungan uasan apabila tidak dilakukan pemrosesan geometri secara tepat [9] yang mana pada balok BP B25 yang seharusnya dimodelkan menerus, bertabrakan dengan balok BAK B35, berikut ialah contoh gambarnya.



Gambar 5. Kesalahan *Overlapping* (Kiri Lantai 6)

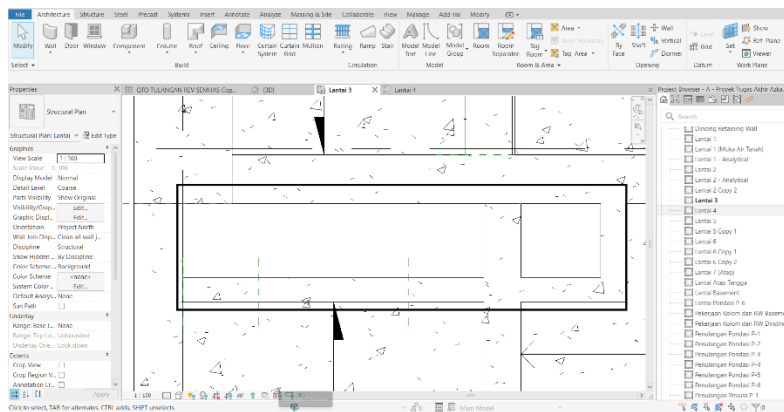


Gambar 6. Kesalahan *Overlapping* (Kanan Lantai 5)

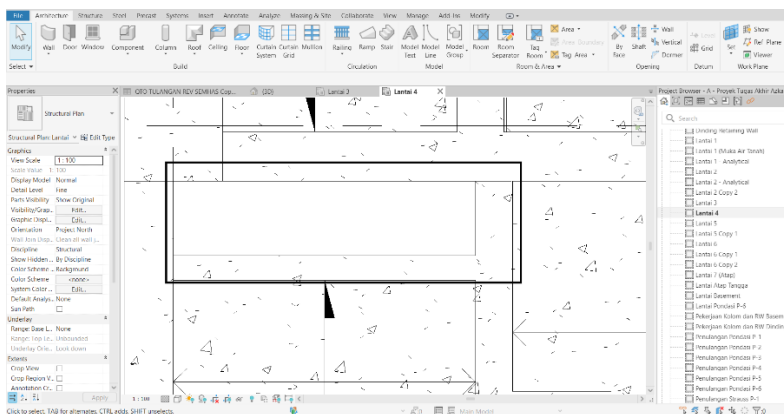
Tabel 5. Tabel QTO Struktural Pelat Lantai Metode BIM

Lantai	Nama Material	Jumlah	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	23	39,478
Lantai 1	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	22	24,117
Lantai 2	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	162	152,864
Lantai 3	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	101,867
Lantai 4	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	108	101,530
Lantai 5	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	102,883
Lantai 6	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	102,889
Lantai 7 (Atap)	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	113	104,889
Atap Lift	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	8	1,646
Lantai Atap Tangga	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	7	4,842
Total		776	737,004

Tabel 5 menunjukkan hasil QTO pelat lantai sebanyak 776 buah dengan volume total 737,004 m³. Perbedaan volume antar lantai dipengaruhi oleh variasi luasan pelat serta adanya lubang untuk jalur listrik dan lainnya, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 7. Perbedaan Desain Lantai (Kiri Lantai 4)



Gambar 8. Perbedaan Desain Lantai (Kanan Lantai 3)

Tabel 6. Tabel QTO Struktural Tulangan BJTS Metode BIM

Letak Tulangan (host)	Material Tulangan	Jumlah Besi	Volume (m ³)	Berat Besi (Ton)
<i>Floor</i>	Rebar- ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	71077	14,968	129,520
<i>Structural Column</i>	Rebar- ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	105486	29,542	255,628
<i>Structural Foundation</i>	Rebar- ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	6171	11,798	102,089

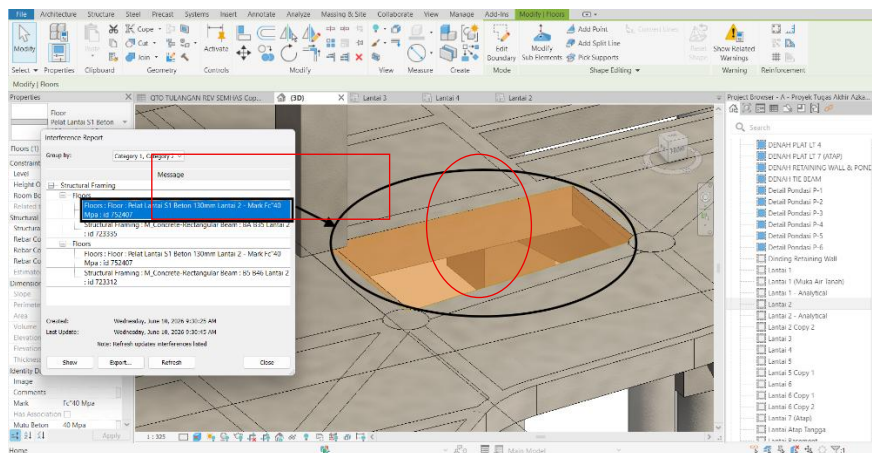
<i>Structural Framing</i>	<i>Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel</i>	114501	38,007	328,882
<i>Wall</i>	<i>Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel</i>	3626	3,155	27,299
Total		300861	97,469	843,418

Pada Tabel 6 didapatkan hasil QTO tulangan BJTS dengan metode BIM didapat total 300.861 besi, dengan besaran volume tulangan sebesar 97,469 m³, serta berat besi dalam satuan ton sebesar 843,418 ton dibulatkan menjadi 844 ton.

4.3. Clash Detection Autodesk Revit

Benturan, tabrakan, atau konflik antar elemen (clash detection) ialah salah satu tools yang dimiliki oleh Building Information Modeling (BIM) dan clash detection termasuk kedalam 5D dalam BIM yang digunakan untuk mendeteksi benturan antar elemen yang terdapat pada pemodelan 3D, ini dapat memungkinkan seorang teknisi BIM dapat meninjau kesalahan desain lebih cepat sehingga dapat lebih cepat dalam bertindak.

Pada penggunaan aplikasi pada penelitian ini menggunakan tools yang sudah disediakan oleh Autodesk Revit yang disebut Interference Check yang untuk meninjaunya terdapat pada tab collaborate yang jika memilih opsi tersebut dan memilih elemen yang ingin di tinjau maka output gambarnya sebagai berikut.



Gambar 9. Hasil *Interference Check* Antar Elemen

Dari Gambar 8 lalu langkah selanjutnya ialah membuat hasil report yang berisi keterangan material serta id dari material yang digunakan untuk mempermudah pelacakan terhadap benturan yang mana tabelnya ialah sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil *Clash Detection* Elemen Kolom vs Elemen Struktural

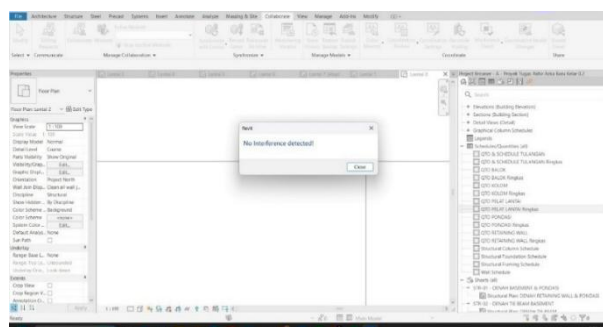
No	Kolom	Elemen Struktural
1	<i>Structural Columns : Concrete Round : Kolom K3 700x700 Lantai 1 : id 697909</i>	<i>Floors : Floor : Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 2 - Mark Fc"40 MPa : id 752407</i>
2	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1A 800x900 Lantai 2 : id 723614</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : BAK B35 Lantai 3 : id 819930</i>
3	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 3 : id 802975</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : BAK B35 Lantai 4 : id 826699</i>
4	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 3 : id 804807</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B3 B47 Lantai 4 : id 825363</i>
5	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 4 : id 825610</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : BAK B35 Lantai 5 : id 845687</i>
6	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 4 : id 826427</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B3 B47 Lantai 5 : id 844543</i>
7	<i>Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 5 : id 859283</i>	<i>Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : BAK B35 Lantai 6 : id 860430</i>

No	Kolom	Elemen Struktural
8	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 5 : id 859288	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B4 B47 Lantai 6 : id 859329
9	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 6 : id 866557	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : BAK B35 Lantai 7 : id 867703
10	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 6 : id 866562	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B4 B47 Lantai 7 : id 866602
11	Structural Columns : M_Concrete-Rectangular-Column : K1B 800x900 Lantai 7 : id 876008	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B4 B47 Lantai 7 : id 876014

Tabel 8. Hasil *Clash Detection* Elemen Pelat Lantai vs Elemen Struktural

No	Pelat Lantai	Elemen Struktural
1	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 2 - Mark Fc"40 MPa : id 750641	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B5 B46 Lantai 2 : id 723281
2	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 2 - Mark Fc"40 MPa : id 753197	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B5 B46 Lantai 2 : id 723357
3	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 3 - Mark Fc"40 MPa : id 803712	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B5 B46 Lantai 3 : id 802739
4	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 4 - Mark Fc"40 MPa : id 826216	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B5 B46 Lantai 4 : id 825375
5	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 5 - Mark Fc"40 MPa : id 845394	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B5 B46 Lantai 5 : id 844555
6	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 6 - Mark Fc"40 MPa : id 860179	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B6 B46 Lantai 6 : id 859341
7	Floors : Floor: Pelat Lantai S1 Beton 130mm Lantai 7 - Mark Fc"40 MPa : id 867452	Structural Framing : M_Concrete-Rectangular Beam : B6 B46 Lantai 7 : id 866614

Pada Tabel 7 dan Tabel 8 menunjukkan *clash* antar elemen yang terjadi pada kolom dan pelat lantai lalu ketika meninjau kembali ditampilkan pada layar berupa *no interference detected* yang menandakan bahwa tidak ada lagi elemen yang berbenturan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Keterangan Tidak Ada Clash

4.4. Quantity Take – Off Setelah Clash Detection

Setelah dilakukan analisis benturan (*clash detection*), elemen struktural yang mengalami konflik telah diperbaiki untuk memastikan keakuratan kuantifikasi. Dengan memperbaiki benturan antar elemen, maka hasil QTO yang dihasilkan menjadi akurat terhadap kondisi model yang telah terkoordinasi. Kesalahan volume atau pemodelan dapat diminimalkan terutama pada komponen seperti balok, pelat, dan tulangan yang saling tumpang tindih. Berikut ialah tabel hasil setelah analisis *clash detection*.

Tabel 1. Hasil Setelah Analisis *Clash Detection* Kolom

Lantai	Nama Material	Jumlah (buah)	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Kolom Fc'40Mpa	16	42,142
Lantai 1	Beton Kolom Fc'40Mpa	52	160,661
Lantai 2	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	110,152
Lantai 3	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 4	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 5	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	94,416
Lantai 6	Beton Kolom Fc'40Mpa	36	96,044
Lantai 7 (Atap)	Beton Kolom Fc'40Mpa	7	16,464
Total		255	708,710

Pada Tabel 9 hasil kolom yang didapat sama dengan hasil kolom sebelum dilakukannya *clash detection* ialah sebesar 708,710 m³, walaupun terjadi *overlapping* antar elemen, tetapi pada kolom tidak ditemukannya perubahan volume.

Tabel 2. Hasil Setelah Analisis *Clash Detection* Balok

Lantai	Nama Material	Jumlah	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Balok Fc'40Mpa	32	28.070
Lantai 1	Beton Balok Fc'40Mpa	110	147.046
Lantai 2	Beton Balok Fc'40Mpa	249	209.680
Lantai 3	Beton Balok Fc'40Mpa	162	140.524
Lantai 4	Beton Balok Fc'40Mpa	155	137.626
Lantai 5	Beton Balok Fc'40Mpa	158	138.970
Lantai 6	Beton Balok Fc'40Mpa	194	139.643
Lantai 7 (Atap)	Beton Balok Fc'40Mpa	159	139.302
Atap Lift	Beton Balok Fc'40Mpa	11	5.019
Lantai Atap Tangga	Beton Balok Fc'40Mpa	12	9.669
Total		1242	1095.549

Pada Tabel 10 volume yang berubah setelah dilakukan *clash detection* ialah pada balok lantai 6 dengan volume sebesar 139,643 m³ berbanding dengan sebelum *clash detection* sebesar 139,632 m³, hal tersebut disebabkan oleh elemen balok yang berbenturan tertutup oleh kolom sehingga saat digeser untuk menghindari benturan maka volume yang tertutup tersebut terbaca oleh sistem QTO *Revit*, hal tersebut menjadikan lebih rinci terhadap volume pada balok.

Tabel 3. Hasil Setelah Analisis *Clash Detection* Pelat Lantai

Lantai	Nama Material	Jumlah (buah)	Volume (m ³)
Lantai Basement	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	23	39,478
Lantai 1	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	22	24,117
Lantai 2	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	162	152,864
Lantai 3	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	101,867
Lantai 4	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	108	101,530
Lantai 5	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	102,883
Lantai 6	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	111	102,889
Lantai 7 (Atap)	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	113	104,889
Atap Lift	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	8	1,646
Lantai Atap Tangga	Beton Pelat Lantai Fc'40MPa	7	4,842
Total		776	737,004

Pada Tabel 11 hasil yang didapat sama dengan sebelum *clash detection* ialah sebesar 737,004 m³, walaupun terjadi *overlapping* antar elemen, tetapi pada pelat lantai tidak ditemukannya perubahan volume yang signifikan, hal ini menunjukkan bahwa volume yang berbenturan antar elemen dengan pelat lantai dianggap sebagai volume pelat lantai utuh.

Tabel 4. Hasil Setelah Analisis *Clash Detection* Tulangan

Lantai	Material	Jumlah Besi (btg)	Jumlah Besi (Per 12 Meter)	Volume (m ³)	Berat Besi (Ton)
Floor	Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	71077	15278,368	14,968	129,520
Structural Column	Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	105486	13005,048	29,542	255,628
Structural Foundation	Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	6171	4911,898	11,798	102,089
Structural Framing	Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	114501	15587,102	38,007	328,879
Wall	Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel	3620	1311,262	3,164	27,376
Total		300855	50093,678	97,478	843,492

Pada Tabel 12 hasil QTO setelah *Clash Detection* didapat volume total sebanyak 97,478 m³ dengan berat besi sebesar 843,492 atau 844 ton yang jika mengikuti SNI 2052 - 2017 panjang baja tulangan per batang ditetapkan sepanjang 12 meter, maka didapat kebutuhan tulangan total sebesar 50.093,678 batang atau jika dibulatkan sebesar 50.094 batang.

4.5. Perbandingan QTO Sebelum *Clash Detection* dan Setelah *Clash Detection*

Perbandingan dari nilai QTO sebelum dan setelah *clash detection* didapatkan dari pekerjaan pemodelan *Revit Interference Check*, yang mana dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \left(\frac{QTO_{\text{setelah clash}} - QTO_{\text{sebelum clash}}}{QTO_{\text{sebelum clash}}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

1. Persentase Perbandingan Volume Beton Kolom

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \left(\frac{708,710 \text{ m}^3 - 708,710 \text{ m}^3}{708,710 \text{ m}^3} \right) \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

2. Persentase Perbandingan Volume Beton Balok

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \left(\frac{1095,523 \text{ m}^3 - 1095,549 \text{ m}^3}{1095,523 \text{ m}^3} \right) \times 100\% \\ &= 0,002\% \end{aligned}$$

Tabel 13. Perbandingan *Quantity Take - Off* Sebelum dan Setelah *Clash Detection*

No	Jenis struktur	QTO Sebelum <i>Clash Detection</i>	QTO Setelah <i>Clash Detection</i>	Selisih	Selisih (%)	Keterangan
1	Beton Kolom (m ³)	708,710	708,710	0	0	Tidak Terjadi Selisih
2	Beton Balok (m ³)	1095,523	1095,549	0,026	0,002	Terjadi Selisih
3	Beton Pelat Lantai (m ³)	737,004	737,004	0	0	Tidak Terjadi Selisih
4	Volume tulangan (m ³)	97,469	97,478	0,009	0,010	Terjadi Selisih
5	Berat Besi Tulangan (ton)	843,418	843,492	0,074	0,009	Terjadi Selisih

Dari contoh perhitungan dan hasil pada Tabel 13 perbandingan volume setelah dan sebelum proses *clash detection*, pelat lantai dan kolom tidak mengalami selisih volume, sementara itu, volume beton pada elemen balok mengalami selisih sebesar 0,026 m³ atau sekitar 0,002%, yang sedikit lebih besar dibandingkan sebelum *clash detection*. Adapun volume tulangan mengalami selisih sebesar 0,009 m³ atau sekitar 0,002%, yang sedikit lebih besar dari kondisi sebelum dilakukan *clash detection*, lalu untuk berat besi tulangan terjadi selisih tapi untuk jika dibulatkan maka hasilnya tetap sama yaitu sebesar 844 ton. Perbedaan ini disebabkan karena proses *clash detection* berfungsi untuk mendeteksi dan memperbaiki clash antar elemen. Ketika terjadi *clash* sebagian volume elemen yang saling *overlapping* tidak dihitung secara utuh, namun saat setelah dilakukan perbaikan, masing – masing elemen dihitung dalam kondisi utuh tanpa potongan, sehingga terjadi peningkatan volume yang sebelumnya tidak terdeteksi.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil melakukan pemodelan menggunakan *Autodesk Revit* dengan menerapkan tahapan pemodelan struktur secara terintegrasi, sehingga dihasilkan model 3D serta gambar *Detail Engineering Design* (DED) 2D yang sesuai dengan desain teknis proyek. Dari pemodelan diperoleh informasi volume *Quantity Take – Off* (QTO) pada elemen struktur, mulai dari fondasi sebesar 837,693 m³ (46 buah), *retaining wall* sebesar 79,402 m³ (23 buah), kolom 708,710 m³ (255 buah), balok 1095,523 m³ (1242 buah), pelat lantai 737,004 m³ (776 buah), hingga tulangan 97,469 m³ dengan berat besi 844 ton. Analisis *Clash Detection* menggunakan fitur *Interference Check* pada *Autodesk Revit* mampu mengidentifikasi benturan antar elemen struktural seperti kolom, balok, pelat, dan fondasi, sehingga konflik dalam model dapat diperbaiki dan data kuantitatif menjadi lebih akurat. Perbedaan volume QTO setelah *clash detection* menunjukkan nilai yang sangat kecil berkisar 0,002% - 0,010% dan tidak berpengaruh terhadap kebutuhan material utama. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menunjukkan efektivitas BIM dalam menghasilkan pemodelan struktur, perhitungan QTO, dan *clash detection* dapat tercapai. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan pada integrasi BIM dengan analisis biaya (5D BIM) dan penjadwalan (4D BIM) agar implementasi BIM lebih komprehensif dalam mendukung perencanaan dan manajemen proyek konstruksi.

Daftar Rujukan

- [1] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, "BIM Handbook A Guide To Building Information Modeling For Owners, Managers, Designers, Engineers, And Contractors." *New Jersey: John Wiley & Sons*, 2008.
- [2] J. Nainggolan and H. Khatimi, "Analisis Penerapan BIM (Building Information Modeling) Pada Proyek Yang Melakukan CCO (Contract Change Order) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Laboratorium Terpadu Universitas Lambung Mangkurat)," 2023.
- [3] Kementrian PUPR, "Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Indonesia." 2018.
- [4] R. D. Novita and E. K. Pangestuti, "Analisa Quantity Take Off Dan Rencana Anggaran Biaya Dengan Metode Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit 2019 (Studi Kasus: Gedung LP3 Universitas Negeri Semarang)," 2021.
- [5] D. Olsen and J. M. Taylor, "Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors," in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 1098–1105. doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.067.
- [6] A. Monteiro and J. P. Martins, "A Survey On Modeling Guidelines For Quantity Takeoff-oriented BIM-based design," *Autom Constr*, vol. 35, pp. 238–253, 2013.

- [7] Y. Y. Al-Ashmori et al., "BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 11, no. 4, pp. 1013–1019, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.ASEJ.2020.02.002.
- [8] S. Arissaputra and Yaya, "Pengaruh Clash Detection Pada Biaya Pembangunan Apartemen Di Jakarta," *ASTRAtech Technologic*, 14(1), 2023.
- [9] C. Khosakitchalert, N. Yabuki, and T. Fukuda, "The Accuracy Enhancement Of Architectural Walls Quantity Takeoff For Schematic BIM Models," *International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 2018
- [10] Ferial, R., Almufid, & Marbun, J. (2022). Quantity take-off berbasis building information modeling (BIM) studi kasus: Gedung Bappeda Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(3), 228-238. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.228-238.2021>
- [11] Novita, R. D., & Pangestuti, E. K. (2021). Analisa quantity take-off dan rencana anggaran biaya dengan metode building information modeling (BIM) menggunakan software Autodesk Revit 2019 studi kasus: Gedung LP3 Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 23(2).
- [12] Marizan, Y., Ihsan, M., & Fauzi, A. (2019). Studi literatur tentang penggunaan software Autodesk Revit studi kasus perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Ilmiah Bering's*, 6(01).
- [13] Krisbandono, A., dkk. (2019). Rekomendasi percepatan implementasi building information modeling (BIM) pada pembangunan infrastruktur PUPR. Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.
- [14] Autodesk. (2024). *Revit: BIM software for designers, builders, and doers*. <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/>
- [15] Laorent, D., dkk. (2019). Analisa quantity take-off dengan menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6.
- [16] Haryanti, S. (2023). *Metodologi penelitian 1*. CV. Media Sains Indonesia.
- [17] Ferry and Indrastuti, "Penerapan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal di Sekupang)," *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, vol. 1, no. 1, pp. 7-15, 2020. doi: 10.37253/jcep.v1i1.721.
- [18] A. M. Tampubolon and Y. A. Sari, "Implementation of BIM Using the Tekla Application in the Permata River View Housing Development Project," *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, vol. 5, no. 2, pp. 272-280, 2024. doi: 10.37253/jcep.v5i2.9379.