

PERBANDINGAN QUANTITY TAKE OFF BERBASIS BIM (ARCHICAD DAN REVIT) DENGAN METODE KONVENSIONAL PADA PROYEK GEDUNG PENUNJANG ABHINAYA

Naufal Iqbal¹, Feriza Nadiar²

Program Studi D4 Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur

E-mail: *iqbaliqb6789@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) telah menjadi inovasi utama dalam mengoptimalkan proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, salah satunya pada tahap *Quantity Take Off* (QTO) yang berperan penting dalam estimasi biaya dan pengadaan material. Perhitungan volume pekerjaan dengan metode konvensional menggunakan Microsoft Excel masih rawan menghasilkan ketidaksesuaian dan deviasi biaya yang cukup besar, sehingga diperlukan perbandingan berupa metode BIM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil permodelan Gedung Penunjang Abhinaya Rsj Radjiman Lawang menggunakan *software* Archicad, menghitung volume pekerjaan struktur, arsitektur, dan MEP dengan metode konvensional dan metode BIM Archicad, serta mengetahui selisih volume pekerjaan antara metode konvensional dengan metode BIM Archicad dan Revit. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model Borg dan Gall yang dibatasi hingga tahap pengembangan draft produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permodelan BIM menghasilkan volume pekerjaan struktur beton, pondasi, dan rangka atap yang berbeda dengan metode konvensional, dengan deviasi terbesar ditemukan pada pekerjaan rangka atap dan penutup atap yang mencapai 13,16% pada Gedung A dan struktur beton atas sebesar 20,92% pada Gedung C. Perbedaan ini disebabkan oleh kompleksitas permodelan dan pengaturan parameter yang berbeda antara *software* Archicad dan Revit. Penelitian ini membuktikan bahwa metode BIM dapat meningkatkan akurasi perhitungan volume dibandingkan metode konvensional sehingga berpotensi mengurangi risiko pemborosan material dan pembengkakan biaya pada proyek konstruksi.

Kata Kunci

Building Information Modelling (BIM), Archicad, Quantity Take Off

ABSTRACT

The rapid development of Building Information Modeling (BIM) technology has become a key innovation in optimizing the planning and execution of construction projects, particularly in the Quantity Take Off (QTO) stage, which plays a crucial role in cost estimation and material procurement. Volume calculation using the conventional method with Microsoft Excel is still prone to discrepancies and considerable cost deviation, making a BIM-based comparison necessary. This study aims to determine the modeling results of the Abhinaya Support Building at Rsj Radjiman Lawang using Archicad software, to calculate the work volume of structural, architectural, and MEP components using both the conventional method and the Archicad BIM method, and to identify the difference in work volume between the conventional method and the BIM methods using Archicad and Revit. This research applies the Research and Development (R&D) method based on the Borg and Gall model, limited to the product-draft development stage. The results show that BIM modeling produced different volumes for concrete structure, foundation, and roof truss work compared with the conventional method, with the largest deviation found in roof truss and covering work, reaching 13.16% in Building A, and in the upper concrete structure at 20.92% in Building C. These differences arise from the complexity of the modeling process and the differing parameter settings between Archicad and Revit. The study demonstrates that the BIM method can improve the accuracy of volume calculations compared to the conventional method, thereby potentially reducing the risk of material waste and cost overruns in construction projects.

Keywords

Building Information Modelling (BIM), Archicad, Quantity Take Off

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era modern ini telah merambah pesat di berbagai bidang ilmu dan lini kehidupan, salah satunya ialah industri konstruksi yang menjadi pilar utama pada perekonomian negara (Setiawa & Vendie, 2021). Industri konstruksi dapat memainkan peran krusial dalam mendukung pembangunan seperti infrastruktur, perumahan, dan fasilitas komersial lainnya yang berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Proyek konstruksi sendiri dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang bersifat sementara dan berjalan dalam waktu yang terbatas dengan beberapa alokasi dana tertentu. Sedangkan menurut Suharto, proyek konstruksi merupakan suatu susunan pelaksanaan proyek yang saling berhubungan dengan tujuan di bidang pembangunan. Suatu proyek konstruksi dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang dibatasi dalam segi waktu dan alokasi sumber daya tertentu (Sahrial et al., 2022). Menurut Dipohusodo (1996), setiap proyek adalah upaya yang mengerahkan sumber daya yang ada dan diorganisir untuk mencapai tujuan tertentu, proyek harus memiliki sasaran dan tujuan yang penting sehingga dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang telah disepakati.

Salah satu bentuk hasil dari proyek konstruksi adalah bangunan gedung. Menurut Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung yang tertulis pada Bab I Pasal 1, bangunan gedung merupakan wujud fisik dari hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, yang sebagian berada di atas atau di dalam tanah atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan aktivitas baik berupa tempat tinggal ataupun hunian dengan berbagai fungsi seperti melakukan kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial dan budaya, maupun kegiatan khusus. Sedangkan pengertian menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata bangunan merupakan sesuatu yang didirikan ataupun dibangun. Kata gedung sendiri memiliki arti bangunan yang berfungsi sebagai tempat melakukan kegiatan (Alfia Magfirona et al., 2023).

Oleh karena itu, dengan adanya teknologi yang saat ini sedang berkembang pesat, maka teknologi digital seperti *Building Information Modeling* (BIM) muncul sebagai inovasi utama yang dapat mengoptimalkan proses perencanaan dan pelaksanaan pada proyek konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) merupakan teknologi pembuatan dan pengelolaan digital yang memodelkan bangunan secara akurat mencakup aspek geometris, fungsional, hingga operasional (Azhar, 2011). Penerapan BIM membantu pengambilan keputusan secara cepat dan tepat selama konstruksi (Farhana & Abma, 2022). *Building Information Modeling* (BIM) adalah teknologi terintegrasi yang mengelola seluruh data dan informasi bangunan selama masa konstruksi melalui pemodelan 3D yang dinamis. Teknologi ini mencakup aspek geometri, hubungan antar ruang, informasi geografis, hingga kuantitas dan kualitas komponen. Dengan mengintegrasikan informasi pada tahap desain, konstruksi, hingga pemeliharaan (*maintenance*), penerapan BIM terbukti efektif meningkatkan efisiensi dan produktivitas proyek (Dinas PUPR, 2020). *Building Information Modeling* memiliki 7 dimensi atau tahapan yang menunjukkan tingkat implementasi terhadap proses konstruksi berupa 3D (*Parametric Data For Collaborative Work*), 4D (*Scheduling*), 5D (*Estimating*), 6D (*Sustainability*), dan 7D (*Facility Management*).

Salah satu perangkat lunak BIM yang populer adalah Archicad, yang mampu menghasilkan visualisasi 3D serta gambar kerja 2D secara otomatis untuk mempercepat proses desain konstruksi (Irnawan & Ratih, 2021). Archicad adalah alat perangkat lunak untuk arsitek yang bekerja di industri arsitektur, rekayasa, dan konstruksi untuk merancang bangunan dari fase konseptual hingga fase konstruksi. Archicad memungkinkan pengguna untuk bekerja dengan baik menggunakan representasi 2D atau 3D pada layar (Prayoga, 2023). Gambar dua dimensi dapat *diekspor* setiap saat, meskipun model dalam database program selalu menyimpan data dalam tiga dimensi. Rencana, elevasi, dan bagian yang dihasilkan dari model bangunan virtual tiga dimensi dan terus menerus diperbarui jika pengguna membangun kembali pandangan.

Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) menjadi solusi efektif atas kendala klasik konstruksi, seperti keterlambatan dan ketidakakuratan estimasi biaya melalui perhitungan volume yang presisi. Dimana keberhasilan proyek konstruksi sangat ditentukan oleh perencanaan awal, khususnya *Quantity Take Off* (QTO) yang memuat pengukuran dan estimasi volume pekerjaan secara rinci untuk penganggaran serta pengadaan material. *Quantity Take Off* merupakan pekerjaan estimasi sumber daya serta material yang dibutuhkan di dunia konstruksi

terutama untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Reki Nur Fauzi et al., 2024). Hasil dari *Quantity Take Off* ini dapat dihitung secara konvensional maupun otomatis dengan mengekstraksi data dari informasi setiap elemen bangunan. *Quantity Take Off* dapat membantu untuk meminimalkan kesalahan dalam perhitungan volume ataupun material serta dapat mengurangi pengeluaran biaya yang tidak diperlukan (Arditya et al., 2024).

Namun, praktik QTO konvensional kerap memicu ketidaksesuaian volume yang berdampak pada deviasi. Untuk meningkatkan akurasi dan meminimalkan kesalahan tersebut, penggunaan *software* berbasis BIM menjadi alternatif yang efektif (Anwar et al., 2025). Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka pada penelitian ini menggunakan objek studi yaitu Gedung Penunjang Abhinaya pada RSJ Radjiman. Pemilihan objek ini didasarkan pada fakta yang terjadi di lapangan bahwa pada proyek tersebut menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang signifikan antara hasil *Quantity Take Off* yang dihasilkan oleh *software* Revit dengan metode konvensional pada Microsoft Excel. Maka pada penelitian ini akan menggunakan *software* lain yaitu Archicad sebagai pembanding. Penelitian ini akan membandingkan *Quantity Take Off* antara metode BIM dengan Archicad dan Revit, dengan metode konvensional. Dimana meliputi pekerjaan struktur, arsitektur, serta MEP dengan jumlah 4 gedung utama yaitu gedung A, gedung B, gedung C, dan gedung D.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian dan pengembangan atau (*Research and Development*) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan output berupa produk tertentu (Sugiyono, 2013). Sedangkan menurut Gall & Borg, Penelitian Pendidikan dan Pengembangan (R&D) merupakan rangkaian yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan suatu produk penelitian. Dengan menerapkan pendekatan model waterfall (Gall & Borg, 1983) yang bersifat sistematis. Tujuan *Research and Development* ialah untuk mencari pengetahuan yang baru dengan basic research dan mengembangkan hasil pendidikan melalui validasi (Mohammad Sidik, 2021).

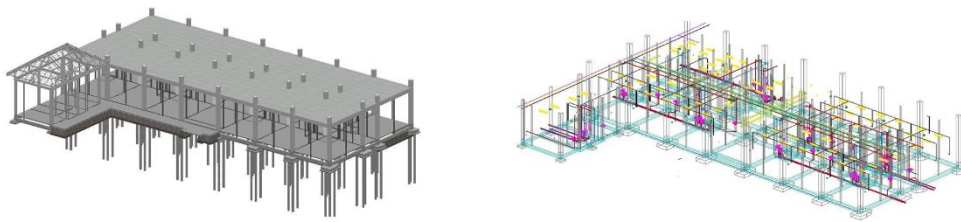
Mengingat adanya batasan waktu dan biaya, maka peneliti membatasi proses pengembangan hingga tiga tahap, 1) Penelitian dan pengumpulan data, 2) Perencanaan, 3) Pengembangan. Pembatasan ini diterapkan tanpa mengorbankan inti dari penelitian, karena prioritas utama adalah efektivitas dan efisiensi dalam meraih sasaran penelitian. Di samping itu, penyesuaian model ini memungkinkan riset tetap aktual dan fokus meskipun dengan sumber daya yang minim.

Proses penelitian dilakukan melalui tiga tahapan setelah mempertimbangkan aspek batasan waktu dan biaya. Pertama, tahap penelitian dan pengumpulan data dilakukan melalui pengumpulan data yang bersumber dari studi literatur dan studi arsip sebagai bahan untuk acuan kerangka kerja penelitian dan pengumpulan studi literatur yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti. Kedua, tahap perencanaan menurut Gall & Borg (1983) mencakup penyusunan kemampuan yang akan dicapai, melakukan penyusunan tujuan yang khusus, dan penentuan urutan bahan yang diperlukan. Tahap ini berfokus pada perumusan tujuan khusus yang nantinya bertujuan untuk menyediakan informasi yang relevan dalam proses pengembangan produk yang diharap mendapatkan hasil terukur dan selaras. Ketiga, tahap pengembangan dilakukan melalui proses analisis volume pekerjaan untuk bidang Struktur, Arsitektur, dan MEP menggunakan pendekatan BIM dengan *software* Archicad. Hasil perhitungan volume dari Archicad kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan metode konvensional serta *software* Revit. Maka tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui perbedaan hasil *Quantity Take Off* antara ketiga metode tersebut.

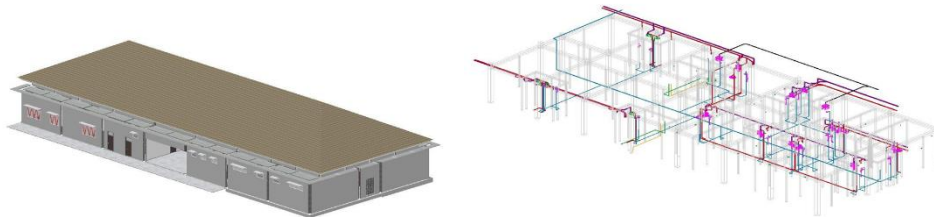
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Gambar Teknis

Sebagai upaya untuk memastikan model struktur sesuai dengan kondisi perencanaan, penelitian ini mengandalkan gambar teknis asli proyek sebagai referensi utama. Informasi terperinci pada gambar memungkinkan pemodelan dilakukan secara terintegrasi dan sistematis. Hal ini memastikan model akhir dapat diandalkan untuk analisis, visualisasi, pembuatan gambar



Gambar 4. Permodelan 3D Archicad Ged C (Sumber: *Archicad Modelling Pribadi*)



Gambar 5. Permodelan 3D Archicad Ged D (Sumber: *Archicad Modelling Pribadi*)

Pada proses validasi bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh elemen pada gambar kerja telah dimodelkan secara lengkap dan sesuai yang tercantum pada dokumen perencanaan. Proses ini dilakukan dengan membandingkan setiap elemen pada gambar kerja dengan permodelan BIM dengan software Archicad, hasil dari validasi akan menunjukkan bahwa semua elemen yang menjadi objek penelitian telah termodelkan sesuai dengan gambar kerja sehingga dapat digunakan sebagai acuan dasar dalam proses Quantity Take Off.

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Archicad	Revit	Selisih
I PEKERJAAN STRUKTUR					
A	Pondasi	M3	2,66%	0,80%	1,86%
B	Pekerjaan Beton	M3	0,52%	-0,49%	1,01%
C	Pekerjaan Struktur Beton Atas	M3	5,14%	3,63%	1,51%
D	Rangka Atap dan Penutup	KG	-0,40%	12,76%	13,16%
II PEKERJAAN ARSITEKTUR					
A	Pekerjaan Pasangan	M2	1,34%	1,39%	0,05%
B	Pekerjaan Pelapis Lantai	M2	2,88%	-0,06%	2,94%
C	Pekerjaan Penutup Langit	M2	0,02%	0,30%	0,28%
D	Pekerjaan Pengecatan	M2	8,38%	8,31%	0,07%
III Pekerjaan MEP					
A	Pekerjaan Mekanikal				
A1	Pekerjaan Instalasi AC	M1	-0,34%	-0,36%	0,02%
B	Pekerjaan <i>Plumbing</i>				
B1	Pekerjaan Instalasi Air Bersih	M	5,08%	5,93%	0,85%
B2	Pekerjaan Instalasi Air Bekas, Kotor	M	1,35%	0,99%	0,36%
C	Pekerjaan Elektrikal				
C1	Pekerjaan Instalasi	BUAH	0,00%	-0,23%	0,23%
D	Pekerjaan Instalasi Kabel Tray				
D1	Kabel Tray 200x100 mm	M	0,21	0,40%	0,19%

Tabel 1. Perbandingan QTO Gedung A

Nilai yang tercantum pada tabel kolom Archicad merupakan hasil perbandingan QTO pekerjaan antara *software* Archicad dengan metode konvensional, sedangkan nilai pada kolom Revit merupakan hasil perbandingan QTO pekerjaan antara *software* Revit dengan metode konvensional. Nilai persentase pada kedua kolom tersebut tidak menunjukkan perbandingan langsung antara Archicad dan Revit, melainkan menunjukkan tingkat perbedaan hasil QTO masing-masing *software* BIM terhadap metode konvensional sebagai acuan dasar. Dimana hasil perbandingan persentase selisih QTO antara Archicad dan Revit gedung A pada data diatas

diperoleh selisih terbesar pada pekerjaan rangka atap sebesar 13,16%, dan diikuti dengan pekerjaan penutup langit sebesar 2,29%. Dimana hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan pengaturan jenis elemen antara *software* Revit dengan Archicad. Dimana pada Revit untuk tipe-tipe elemen dijadikan satu elemen, sedangkan pada *software* Archicad dibedakan berdasarkan tipe-tipe elemen.

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Archicad	Revit	Selisih
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
A	Pondasi	M3	2,56%	2,52%	0,04%
B	Pekerjaan Beton	M3	1,40%	-7,00%	8,40%
C	Pekerjaan Struktur Beton Atas	M3	7,14	7,11%	0,03%
D	Rangka Atap dan Penutup	KG	2,68%	-9,90%	12,58%
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR				
A	Pekerjaan Pasangan	M2	1,81%	1,67%	0,14%
B	Pekerjaan Pelapis Lantai	M2	5,01%	0,79%	4,22%
C	Pekerjaan Penutup Langit	M2	0,45%	-0,27%	0,72%
D	Pekerjaan Pengecatan	M2	1,34%	-1,46%	2,8%
III	Pekerjaan MEP				
A	Pekerjaan Mekanikal				
A1	Pekerjaan Instalasi AC	M1	-0,32%	-0,25%	-0,07%
B	Pekerjaan <i>Plumbing</i>				
B1	Pekerjaan Instalasi Air Bersih	M	8,16%	7,77%	0,39%
B2	Pekerjaan Instalasi Air Bekas, Kotor	M	4,19%	4,24%	-0,05%
C	Pekerjaan Elektrikal				
C1	Pekerjaan Instalasi	BUAH	0,00%	0,00%	0,00%
D	Pekerjaan Instalasi Kabel Tray				
D1	Kabel Tray 200x100 mm	M	3,31%	3,16%	0,15%

Tabel 2. Perbandingan QTO Gedung B

Perbandingan *Quantity Take-Off* (QTO) konvensional dan Archicad serta Revit pada Gedung B menunjukkan nilai perbandingan terbesar antara kedua *software* terjadi pada pekerjaan rangka atap sebesar (12,58%) dan beton (8,40%), yang utamanya dipengaruhi oleh perbedaan pengaturan pengelompokan (*grouping*) elemen pada Revit dan Archicad

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Archicad	Revit	Selisih
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
A	Pondasi	M3	0,11%	0,11%	0,00%
B	Pekerjaan Beton	M3	1,67%	15,26%	13,59%
C	Pekerjaan Struktur Beton Atas	M3	1,87%	-19,05%	20,92%
D	Rangka Atap dan Penutup	KG	2,29%	-1,12%	3,41%
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR				
A	Pekerjaan Pasangan	M2	2,21%	3,95%	1,74%
B	Pekerjaan Pelapis Lantai	M2	0,27%	3,73%	3,46%
C	Pekerjaan Penutup Langit	M2	0,92	0,98%	0,06%
D	Pekerjaan Pengecatan	M2	0,09%	18,54%	18,45%
III	Pekerjaan MEP				
A	Pekerjaan Mekanikal				
A1	Pekerjaan Instalasi AC	M1	0,65%	0,47%	0,18%
B	Pekerjaan <i>Plumbing</i>				
B1	Pekerjaan Instalasi Air Bersih	M	3,24%	2,81%	0,43%
B2	Pekerjaan Instalasi Air Bekas, Kotor	M	1,29%	17,75%	16,46%
C	Pekerjaan Elektrikal				
C1	Pekerjaan Instalasi	BUAH	0,00	0,00%	0,00%
D	Pekerjaan Instalasi Kabel Tray				
D1	Kabel Tray 200x100 mm	M	1,91%	1,91%	0,00%

Tabel 3. Perbandingan QTO Gedung C

Perbandingan QTO Archicad dan Revit pada Gedung C menunjukkan selisih terbesar antara kedua

software terjadi pada pekerjaan struktur beton atas (20,92%), pengecatan (18,45%), serta instalasi air bekas dan kotor (16,46%). Tingginya selisih ini dipengaruhi oleh perbedaan pengaturan parameter elemen pada Archicad dan Revit.

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Archicad	Revit	Selisih
I PEKERJAAN STRUKTUR					
A	Pondasi	M3	2,51%	2,47%	0,04%
B	Pekerjaan Beton	M3	1,07%	-0,56%	1,63%
C	Pekerjaan Struktur Beton Atas	M3	4,05%	2,73%	1,32%
D	Rangka Atap dan Penutup	KG	6,49%	13,94%	7,45%
II PEKERJAAN ARSITEKTUR					
A	Pekerjaan Pasangan	M2	4,38%	2,91%	1,47%
B	Pekerjaan Pelapis Lantai	M2	-1,93%	-1,93%	0,00%
C	Pekerjaan Penutup Langit	M2	2,21%	6,52%	4,31%
D	Pekerjaan Pengecatan	M2	0,66%	0,66%	0,00%
III Pekerjaan MEP					
A	Pekerjaan Mekanikal				
A1	Pekerjaan Instalasi AC	M1	0,91%	0,84%	0,07%
B	Pekerjaan <i>Plumbing</i>				
B1	Pekerjaan Instalasi Air Bersih	M	1,08%	1,06%	0,02%
B2	Pekerjaan Instalasi Air Bekas, Kotor	M	0,86	0,87%	0,01%
C	Pekerjaan Elektrikal				
C1	Pekerjaan Instalasi	BUAH	0,00%	0,00%	0,00%
D	Pekerjaan Instalasi Kabel Tray				
D1	Kabel Tray 200x100 mm	M	0,02%	-0,04%	0,06%

Tabel 4. Perbandingan QTO Gedung D

Perbandingan QTO Archicad dan Revit pada Gedung D menunjukkan selisih terbesar secara keseluruhan terjadi pada pekerjaan rangka dan penutup atap (7,45%), yang dipicu oleh perbedaan proses pemodelan serta pengaturan parameter antar *software*. Sementara itu, selisih tertinggi pada pekerjaan arsitektur terdapat pada penutup langit-langit (4,31%), dan pada pekerjaan MEP terdapat pada instalasi AC (0,07%).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perbandingan Quantity Take Off (QTO) antara metode konvensional, dengan *software* Archicad, dan *software* Revit pada Gedung A, B, C, dan D, diperoleh kesimpulan bahwa terdapat selisih volume yang bervariasi pada setiap jenis pekerjaan di keempat gedung, dengan selisih terbesar secara konsisten ditemukan pada pekerjaan rangka atap dan penutup atap, yaitu sebesar 13,16% pada Gedung A, 12,58% pada Gedung B, dan 7,45% pada Gedung D, sementara pada Gedung C selisih terbesar terjadi pada pekerjaan struktur beton atas sebesar 20,92%. Selain itu, ditemukan pula beberapa nilai deviasi negatif pada Gedung B, C, dan D antara lain pada pekerjaan beton, penutup langit-langit, instalasi AC, pelapis lantai, dan kabel tray yang mengindikasikan bahwa volume hasil permodelan berbasis BIM justru lebih besar dibandingkan hasil perhitungan metode konvensional, berbeda dengan kecenderungan umum pada Gedung A. Hal ini disebabkan oleh perbedaan sistem pengaturan elemen pada kedua *software*, seperti perbedaan pengelompokan (*grouping*) elemen, pembedaan tipe elemen, serta pengaturan parameter yang tidak seragam. Pada Revit, beberapa tipe elemen cenderung digabungkan menjadi satu kesatuan, sedangkan pada Archicad elemen dibedakan secara lebih rinci berdasarkan tipenya, sehingga menghasilkan perbedaan volume meskipun objek yang dimodelkan pada dasarnya sama. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keakuratan hasil QTO berbasis BIM dapat dipengaruhi oleh cara pengguna mengatur parameter, pengelompokan, dan tipe elemen pada masing-masing *software*, sehingga diperlukan standarisasi pengaturan pemodelan untuk meminimalkan selisih volume antar *software* BIM yang digunakan dalam proyek konstruksi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfia Magfirona, Amar, T. I. K., & Abdul Aziz Muhammad Habib Failasufa. (2023). Analisis Komparasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Konvensional Dan Metode BIM Studi Kasus : Perencanaan Omah DW. Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan, 5(2), 61–67. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.272>
- Anwar, A., Alamsyah, W., & Purwandito, M. (2025). Implementasi BIM pada Struktur Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Samudra Menggunakan Software Revit. Jouurnal Of Applied Civil Engineering And Infrastructur Technology (Jaceit) 6(1), 59–68
- Arditya, H., Wacano, S., Ihsan, S. (2024). Analisis Perbandingan Perhitungan Quantity Take Off Menggunakan BIM Revit Dengan Metode Konvensional Pada Struktur Atas Proyek Pembangunan Gedung Rspn. Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, 336–343
- Farhana, A., & Abma, V. (2022). Implementasi Konsep BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur Proyek Gedung. Racic : Rab Construction Research, 7(2), 116–127. <https://doi.org/10.36341/racic.v7i2.3004>
- Mohammad Sidik. (2021). Perancangan dan Pengembangan E-commerce dengan Metode Research and Development. Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST), 04, Nomor, 99–107
- Prayoga, A. A. (2023). Perencanaan Penjadwalan Arsitektural dengan mempertimbangkan Pekerjaan Struktural pada Proyek Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jendral Soedirman. Journal Portal Uii, 28–59.
- Reki Nur Fauzi, Irna Hendriyani, & Reno Pratiwi. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) 5D Dalam Estimasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur. Jurnal Gradasi Teknik Sipil, 8(2), 245–258
- Sahrial, Irwan, & Suranto. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Peningkatan Jalan Rel Kereta Api Medan-Binjai. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Arsitektur, 1(1), 13–24. <https://doi.org/10.31289/jitas.v1i1.1209>
- Setiawa, E. B., & Vendie, A. (2021). Penerapan Konsep BIM dari Studi Kasus dan Perspektif Pengguna. Prosiding CEEDRiMS 2021, June, 269–276