

Analisis *Building Information Modeling* (BIM) untuk Menghitung *Quantity Take Off* Struktur Gedung Bertingkat

Nur Syifa^{1*}

1. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jatiwaringin, Jakarta 13077 Indonesia

^{*)}Email: nursyifa.business@gmail.com

Received: 10 Februari 2025 | Accepted: 18 Januari 2026 | Published: 22 Januari 2026

ABSTRACT

Recent developments in construction technology have introduced Building Information Modeling (BIM), a digital approach that integrates various aspects of construction project information into three-dimensional visualization. This study examines the implementation of BIM systems in Quantity Take-Off (QTO) calculations for multi-story building structures through the integrated use of Autodesk Revit and Robot Structural Analysis. The research encompasses three-dimensional structural modeling and material quantity calculations based on SNI 1727:2020 and SNI 2847:2019. The observation is limited to the third-floor columns of the Mako Paspampres Building. Results show that the BIM method yielded concrete volumes of 53.04 m³ compared to 52.992 m³ from manual calculations, with a 0.09% difference influenced by number rounding, a 0.04% difference for Grade 420 reinforcement influenced by consistency in main reinforcement length calculations, and a 1.06% difference for Grade 280 reinforcement influenced by variations in development length and overlap calculations. The BIM method demonstrates 41.67% faster completion time with easier revision and integration capabilities despite requiring high initial investment, while the manual method offers more flexibility with minimal investment but longer processing time.

Keywords: *Building Information Modeling, Autodesk Revit, Robot Structural Analysis, Quantity Take Off, structure, high-rise building*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi terkini menghadirkan inovasi dalam bentuk Building Information Modeling (BIM), sebuah pendekatan digital yang menyatukan berbagai aspek informasi proyek konstruksi ke dalam visualisasi model tiga dimensi. Kajian ini menelaah implementasi sistem BIM dalam proses perhitungan Quantity Take Off (QTO) pada struktur bangunan berlantai banyak melalui penggunaan terpadu aplikasi Autodesk Revit dan Robot Structural Analysis. Penelitian meliputi penyusunan model struktural tiga dimensi dan perhitungan kuantitas material berdasarkan SNI 1727:2020 dan SNI 2847:2019. Objek pengamatan dibatasi pada kolom lantai 3 Gedung Mako Paspampres. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BIM menghasilkan volume beton sebesar 53.04 m³ dibandingkan 52.992 m³ dari perhitungan manual, dengan selisih 0.09% yang dipengaruhi oleh pembulatan angka, selisih 0.04% untuk tulangan Grade 420 yang dipengaruhi oleh konsistensi perhitungan panjang tulangan pokok, dan selisih 1.06% untuk tulangan Grade 280 yang dipengaruhi oleh perbedaan dalam perhitungan panjang penyaluran dan overlap. Metode BIM menunjukkan efisiensi waktu 41.67% lebih cepat dengan kemudahan revisi dan integrasi namun membutuhkan investasi tinggi, sedangkan metode manual lebih fleksibel dengan investasi minimal namun waktu pengerjaan lebih lama.

Kata Kunci: *Building Information Modeling, Autodesk Revit, Robot Structural Analysis, Quantity Take Off, struktur, gedung bertingkat*

1. PENDAHULUAN

Building Information Modeling (BIM) telah menjadi inovasi transformatif dalam pengelolaan informasi industri konstruksi. Teknologi ini mengintegrasikan data berbasis model 3D yang mencakup seluruh siklus hidup proyek, dari tahap perencanaan hingga pemeliharaan [1]. BIM berfungsi tidak hanya sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai platform informasi komprehensif yang dapat diakses oleh semua pemangku kepentingan dalam proyek konstruksi [2]. Implementasi BIM telah mengubah paradigma perencanaan konvensional dengan memperkenalkan pengembangan model bangunan digital yang memungkinkan pemantauan progress secara *real-time* [3]. Selain itu, penerapan BIM dalam perhitungan QTO mendukung transparansi data dan pengendalian proyek yang lebih efektif [4].

Di sisi lain, perhitungan *Quantity Take Off* (QTO) dalam industri konstruksi masih didominasi oleh metode konvensional. Metode ini mengandalkan gambar dua dimensi (2D) yang memiliki keterbatasan, seperti waktu pengerjaan yang lebih lama dan kebutuhan tenaga kerja yang lebih besar. Selain itu, proses perhitungan manual cenderung rentan terhadap kesalahan manusia [5]. Untuk mengatasi tantangan ini, implementasi *software* BIM hadir sebagai solusi yang tidak hanya mengoptimalkan proses perhitungan, tetapi juga meminimalkan potensi kesalahan. Dengan demikian, BIM berkembang menjadi lebih dari sekadar alat teknologi, ia menjadi pendekatan baru dalam manajemen konstruksi [6].

Keunggulan BIM terletak pada kemampuannya mengekstraksi data kuantitas material secara otomatis dari model 3D, meningkatkan akurasi dan efisiensi perencanaan. Selain itu, BIM mampu meningkatkan akurasi perhitungan volume karena setiap elemen model mengandung informasi detail tentang material dan dimensinya, sehingga mengurangi risiko kesalahan dalam estimasi [7]. Dalam penelitian ini, Autodesk Revit digunakan sebagai *software* utama karena antarmuka yang intuitif dan kemampuannya dalam mengoptimalkan alur kerja (*workflow*) [8]. Selain itu, integrasi dengan Robot Structural Analysis memungkinkan analisis struktur yang komprehensif, memastikan distribusi beban dan stabilitas struktur sesuai standar kelayakan konstruksi [9]. Pendekatan terintegrasi ini tidak hanya menjamin desain bangunan memenuhi standar peraturan yang berlaku, seperti SNI 1727:2020 untuk pembebanan dan SNI 2847:2019 untuk persyaratan beton struktural, tetapi juga memungkinkan perhitungan volume beton dan tulangan secara akurat sesuai persyaratan teknis.

Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya variasi hasil perhitungan antara metode BIM dan konvensional. Misalnya, studi pada Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Lampung mencatat perbedaan volume tulangan sebesar 18,221% lebih besar dan volume beton 4,108% lebih kecil saat menggunakan BIM [10]. Sementara itu, penelitian di Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Samudra menunjukkan hasil perhitungan volume beton sebesar 97,26% dan pembesian ulir 90,49% dibandingkan metode konvensional [11]. Piter (2024) juga menemukan bahwa perhitungan QTO berbasis BIM memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan mengurangi potensi kesalahan manusia dibandingkan dengan metode konvensional [12].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan hasil perhitungan volume beton bertulang antara metode konvensional dan metode BIM yang terintegrasi dengan analisis struktur. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan efisiensi waktu dari kedua metode tersebut. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi perhitungan volume material di industri konstruksi, sekaligus mendorong adopsi teknologi BIM sebagai standar dalam perencanaan proyek konstruksi di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif untuk menganalisis perbedaan hasil perhitungan *Quantity Take Off* (QTO) antara metode konvensional dan metode *Building Information Modeling* (BIM). Penelitian kuantitatif merupakan metode yang menggunakan data berbentuk angka dan dapat dianalisis secara statistik [13]. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan data perbandingan perhitungan volume struktur bangunan bertingkat yang dapat diukur dan dianalisis secara objektif. Dalam konteks ini, BIM memiliki kemampuan dalam mengelola data kuantitatif secara terstruktur, sehingga mendukung efisiensi analisis data dalam penelitian kuantitatif [14].

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan Mako Paspampres yang berlokasi di Jl. Tanah Abang II No.6 Jakarta Pusat, dalam rentang waktu 11 November 2024 hingga 31 Januari 2025.



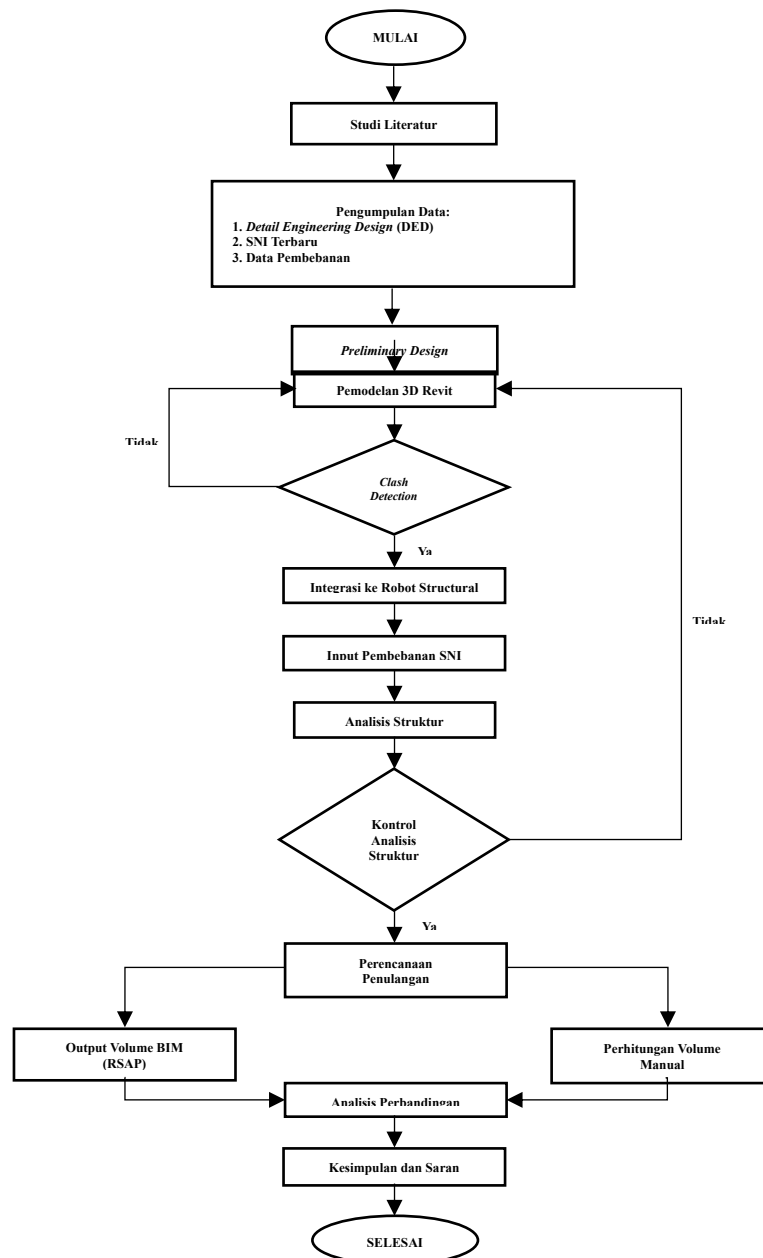
Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.3. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pemodelan dan perhitungan langsung, yang mencakup model 3D struktur bangunan, output analisis struktur dari Robot Structural Analysis (hasil perhitungan pembebanan, gaya-gaya dalam struktur, kebutuhan penulangan), serta data volume beton kolom dan berat tulangan. Sedangkan data sekunder meliputi dokumen teknis proyek berupa gambar DED struktur dan spesifikasi teknis, standar SNI 1727:2020 untuk pembebanan dan SNI 2847:2019 untuk struktur beton, serta referensi teknis lainnya seperti manual *software* dan panduan implementasi BIM.

2.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yang dimulai dari studi literatur untuk memahami konsep BIM dan QTO. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data berupa DED, standar SNI dan data pembebanan, yang kemudian digunakan sebagai dasar pemodelan struktur. Tahapan penelitian secara lengkap ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Perencanaan Struktur

Data umum struktur gedung ini dirangkum dalam Tabel 1, yang meliputi fungsi gedung sebagai perkantoran 7 lantai dengan struktur utama beton bertulang.

Tabel 1. Data Umum Struktur

Parameter	Keterangan
Fungsi Bangunan	Gedung Perkantoran
Jumlah Lantai	7 Lantai
Struktur Utama	Beton Bertulang
Klasifikasi Kelas Situs	Tanah Lunak (SE)

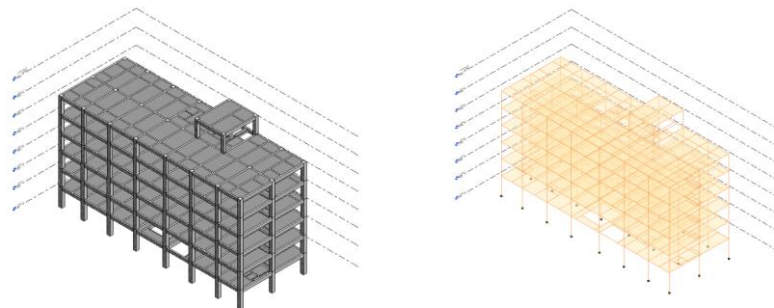
Mutu Beton (f_c)	30 MPa
Mutu Baja Tulangan Polos (BjTP)	280 MPa
Mutu Baja Tulangan Ulir (BjTS)	420 MPa

Sumber: Data Penelitian 2024

Data perencanaan ini menjadi dasar untuk mengoptimalkan desain struktural dan memastikan kesesuaian dengan standar konstruksi terkini.

3.2. Proses Pemodelan 3D Menggunakan Autodesk Revit 2024

Proses pemodelan struktur dilakukan dengan tahapan yang sistematis mulai dari pemilihan *structural template*, pengaturan *project unit*, pembuatan *grid* berdasarkan as bangunan, pembuatan level sesuai ketinggian lantai, pemodelan struktur kolom, balok, dan pelat, hingga pemodelan *analytical model* untuk ditransfer ke Robot Structural Analysis. Gambar 3 menunjukkan hasil pemodelan 3D yang memperlihatkan integrasi efektif antar elemen struktural.



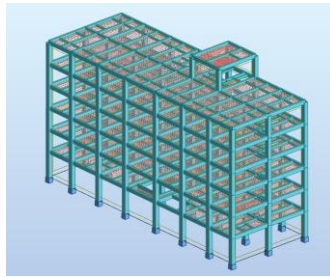
Gambar 3. Hasil 3D Pemodelan Struktur

3.3. Clash Detection Check

Setelah pemodelan selesai, dilakukan pemeriksaan menggunakan fitur *clash detection* untuk memastikan tidak ada konflik antar elemen struktur.

3.4. Analisis Struktur dengan Robot Structural Analysis

Robot Structural Analysis digunakan untuk menganalisis dan mendesain struktur bangunan melalui proses transfer model dari Revit. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter desain dan pembebanan sesuai SNI 1727:2020, termasuk beban mati (berat sendiri struktur 2400 kg/m³), beban mati tambahan, dan beban hidup sesuai fungsi gedung. Robot Structural Analysis Professional dirancang untuk menganalisis dan mendesain struktur bangunan dengan memanfaatkan metode elemen hingga (*finite element method*). Perangkat lunak ini memungkinkan simulasi beban struktural secara detail, termasuk beban gravitasi dan lateral, untuk mengevaluasi respons struktur terhadap berbagai kondisi pembebanan [15]. Gambar 4 menunjukkan hasil pemodelan analitis struktur yang telah ditransfer ke Robot Structural Analysis.



Gambar 4. Hasil 3D Model Robot Structural

Setelah model struktural terverifikasi, dilakukan analisis pembebanan yang mengacu pada SNI 1727:2020. Pembebanan meliputi beban mati (berat sendiri struktur 2400 kg/m^3), beban mati tambahan seperti yang tercantum dalam tabel berikut, dan beban hidup sesuai fungsi gedung.

Tabel 2. Rincian Pembebanan sesuai SNI

No	Tipe Beban	Label	Berat	Lokasi
1	Beban Mati atau <i>Self Weight</i>	SW	Otomatis	Otomatis
2	Beban Mati Tambahan atau <i>Superimposed Dead Load</i>	SDL	$67,9 \text{ kg/m}^2$	Pelat Lantai 1-6
3	Beban Hidup atau <i>Live Load</i>	LL	250 kg/m^2	Pelat Lantai 1-6
4	Beban Hidup Atap atau <i>Live Roof Load</i>	Lr	100 kg/m^2	Pelat Atap
5	Beban Hujan atau <i>Rain Load</i>	R	20 kg/m^2	
6	Beban Angin atau <i>Wind Load</i>	Otomatis (X+, X-, Y+, Y- 40 m/s CladdingDirection)	40 m/s	
7	Beban Gempa atau <i>Seismic Load (Static)</i>	Otomatis (X & Y Direction)	Kategori Risiko = II $I_e = 1$	Otomatis
8	Beban Gempa atau <i>Seismic Load (Dynamic)</i>	Otomatis (X & Y Direction)	$S_s = 0,7842 \text{ g}$ $S_1 = 0,3836 \text{ g}$ $T_L = 20 \text{ detik}$ Site Class = E $F_a = 1,2726$ $F_v = 2,4656$ $R = 7$ $C_d = 5,5$	

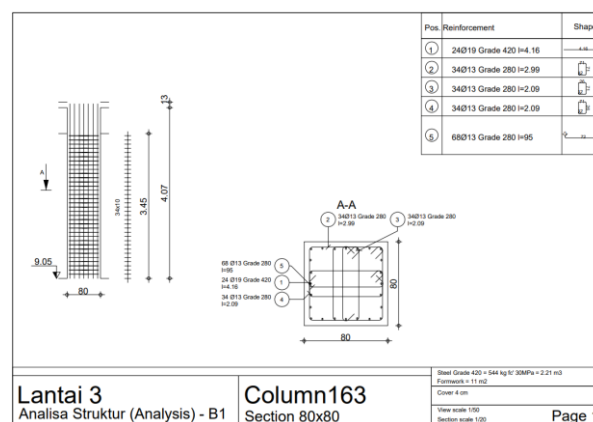
Tahap akhir analisis struktural melibatkan evaluasi kinerja struktur berdasarkan SNI 1726-2019, yang mencakup evaluasi perilaku dinamik struktur dan kontrol gaya aksial pada kolom. Evaluasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis RSAP dengan perhitungan manual untuk memverifikasi keakuratan pemodelan struktur.

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memenuhi persyaratan SNI 1726:2019, dengan partisipasi massa melampaui 95% dan gaya geser dasar dinamik memenuhi minimum 85% dari gaya geser statik ekuivalen. Pada kolom 163, hasil RSAP menunjukkan nilai joint reaction $247,727.50 \text{ kg}$, yang selisih sedikit dari perhitungan manual sebesar $246,075.10 \text{ kg}$ untuk kombinasi beban 1.2DL + 1.6LL.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Kontrol Analisis

Parameter	Nilai	Syarat	Keterangan
Partisipasi Massa Arah X	95.39%	>95%	Memenuhi
Partisipasi Massa Arah Y	95.41%	>95%	Memenuhi
Rasio V dinamik/0.85V statik	1.5	>1	Memenuhi
Joint Reaction Kolom 163	247,727.50 kg	246,075.10 kg	Memenuhi

Setelah verifikasi hasil analisis struktur, perencanaan penulangan dilakukan mengacu pada SNI 2847:2019. Hasil material survey dari Robot Structural Analysis untuk satu kolom membutuhkan volume beton 2.21 m³, luas bekisting 11.04 m², tulangan Grade 420 (222.29 kg) dan Grade 280 (321.54 kg). Pada kolom lantai 3 digunakan tulangan longitudinal 24D19 dan sengkang D13-100.

**Gambar 5.** Hasil Penulangan Robot Structural**Tabel 4.** Material Survey Hasil BIM

Parameter	Kolom 163 (1 kolom)
Volume Beton	2.21 m ³
Luas Bekisting	11.04 m ²
Tulangan Grade 420	222.29 kg
Tulangan Grade 280	321.54 g

3.5. Perhitungan Volume Manual

Setelah mendapatkan hasil volume struktur dari Robot Structural Analysis Professional (RSAP), tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan volume secara manual sebagai pembandingan. Hasil perhitungan volume menggunakan metode konvensional berdasarkan gambar *Detail Engineering Design* (DED) menghasilkan:

Tabel 5. Rekapitulasi Volume Total

Komponen	Hasil	Satuan
Volume Beton	52.992	m ³
Volume Tulangan Grade 420	5,337.22	kg
Volume Tulangan Grade 280	7,109.26	kg

3.6. Analisis Perbandingan Hasil

Berdasarkan hasil analisis *quantity take-off* material pada pekerjaan struktur kolom lantai 3 Gedung Mako Paspampres, diperoleh hasil perbandingan antara metode BIM dan manual sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Tabel Perbandingan Volume Beton

Uraian	BIM (m ³)	Manual (m ³)	Selisih (m ³)	Persentase
Volume per kolom	2.21	2.208	0.002	0.09%
Total volume 24 kolom	53.04	52.992	0.048	0.09%

Catatan: $\text{Persentase selisih} = (\text{Manual} - \text{BIM}) / \text{Manual} \times 100\%$

Tabel 7. Tabel Perbandingan Volume Tulangan

Jenis Tulangan	BIM (kg)	Manual (kg)	Selisih (kg)	Persentase
Grade 420 (Tulangan Pokok)	222.29 x 24 = 5.334,96	5,337.22	2.26	0.04%
Grade 280 (Sengkang)	321.54 x 24 = 7.716,96	7,799.49	82.53	1.06%

Catatan: $\text{Persentase selisih} = (\text{Manual} - \text{BIM}) / \text{Manual} \times 100\%$

Perbandingan volume antara metode BIM dan manual menunjukkan perbedaan yang relatif kecil. Untuk volume beton per kolom, metode BIM menghasilkan 2.21 m³ sedangkan perhitungan manual 2.208 m³ dengan selisih 0.09%. Pada perhitungan tulangan, selisih untuk tulangan pokok Grade 420 hanya 0.04% (2.26 kg), sementara tulangan sengkang Grade 280 memiliki selisih 1.06% (82.53 kg) yang disebabkan perbedaan perhitungan panjang penyaluran dan overlap. Perbedaan signifikan terlihat pada waktu pengerjaan antara kedua metode seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Perbandingan Waktu Pengerjaan

Uraian Kegiatan	BIM	Manual
Pemodelan/Persiapan awal	8 jam	
Input data dan analisis	4 jam	
Interpretasi hasil	2 jam	
Perhitungan volume beton		8 jam
Perhitungan tulangan pokok		6 jam
Perhitungan tulangan sengkang		10 jam
Total Waktu	14 jam	24 jam
Efisiensi	41.67% lebih cepat	

Perbandingan metode BIM dan manual menunjukkan bahwa BIM lebih unggul dalam akurasi, efisiensi waktu (14 jam), kemudahan revisi, integrasi sistem, dan dokumentasi yang sistematis, meskipun memerlukan investasi awal tinggi, pelatihan khusus, serta infrastruktur teknologi yang memadai. Sebaliknya, metode manual lebih fleksibel, tidak membutuhkan biaya investasi khusus, dan memudahkan verifikasi bertahap, namun memerlukan waktu pengerjaan lebih lama, ketelitian tinggi, serta terbatas dalam pengolahan data kompleks. Meskipun BIM membutuhkan biaya

pemeliharaan *software*, metode manual memerlukan verifikasi berkala untuk menjaga konsistensi hasil.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan perhitungan volume struktur menggunakan BIM dan metode manual, pemodelan struktur berhasil dilakukan menggunakan integrasi Autodesk Revit dan Robot Structural Analysis Professional. Hasil analisis sesuai SNI 1726:2019 menunjukkan partisipasi massa melampaui 95% pada kedua arah, memenuhi persyaratan gaya geser dasar, dan verifikasi gaya aksial pada kolom 163 menunjukkan kesesuaian 99% antara hasil pemodelan dengan perhitungan manual. Perbandingan volume menunjukkan selisih yang minimal yaitu 0.09% untuk volume beton akibat pembulatan angka BIM, 0.04% untuk tulangan Grade 420 akibat konsistensi perhitungan, dan 1.06% untuk tulangan Grade 280 akibat perbedaan panjang penyaluran. Selain itu, metode BIM 41.67% lebih cepat dengan kemudahan revisi dan integrasi namun investasi tinggi, sedangkan metode manual lebih fleksibel dengan investasi minimal namun waktu pengerjaan lebih lama. Hasil ini membuktikan bahwa metode BIM dapat menjadi alternatif yang akurat dalam perencanaan konstruksi, dengan tingkat presisi yang sebanding dengan metode manual.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian dengan integrasi Revit dan RSAP pada perhitungan volume keseluruhan elemen gedung, serta penelitian lanjutan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan volume, khususnya terkait perhitungan panjang penyaluran dan overlap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. M. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, Dan K. Liston, *Bim Handbook: A Guide To Building Information Modeling For Owners, Managers, Designers, Engineers And Contractors*, 2 Ed. John Wiley & Sons, 2011.
- [2] D. Towey, *Construction Quantity Surveying: A Practical Guide For The Contractor's Qs*. Wiley-Blackwell, 2012.
- [3] J. D. Punuindoong, R. Rumbayan, S. Nicolaas, Dan H. G. Mantiri, "Penerapan Metode Building Information Modeling (Bim) Pada Struktur Atas Gedung Kuliah Tepadu Politeknik Negeri Manado," *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 11(2), Hlm. 89–98, 2023.
- [4] Novita D. Dan Pangestuti K., "Implementasi Bim Dalam Perhitungan *Quantity Take Off* Untuk Meningkatkan Efisiensi Proyek Konstruksi," Jul 2021.
- [5] A. T. Handayani, E. Budiman, Dan T. Rahman, "Penerapan Building Information Modelling (Bim) Dalam Menghitung *Quantity Take Off* Material Struktur (Studi Kasus: Proyek Gedung Rumah Sakit Mata Di Jl. M. Yamin, Kota Samarinda, Kalimantan Timur)," *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil*, Vol. 8(1), Hlm. 48–56, 2024.
- [6] M. Alimin, Imron, Dan M. Taulani, "Penerapan Bulding Information Modelling (Bim) Autodesk Revit Dalam Pembuatan Bar Bending Schedule (Bbs) Pondasi Pile Cap Proyek Apartemen Jkt Living Star - Jakarta Timur," *Jural Riset Rumpun Ilmu Teknik*, Vol. 2(2), No. 2, Hlm. 21–32, Jul 2023, Doi: 10.55606/Jurritek.V2i2.1599.
- [7] S. I. Amri, N. Hardyanti, Dan S. Sumiyati, "Analisis Perbandingan *Quantity Take Off* (Qto) Beton Menggunakan Metode Building Information Modelling (Bim) Dan Metode Konvensional (Studi Kasus : Proyek Kantor Pnm Cabang Jember)," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, Vol. 1, No. 6, Agu 2023, Doi: 10.14710/Jpii.2023.19025.

- [8] N. Faqih, A. Abdussalam, Dan D. Hermawan, “Penerapan Konsep Building Information Modeling (Bim) Dalam Estimasi Quantity Material Take Off Pada Pekerjaan Struktural Gedung (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas Mipa Universitas Jenderal Soedirman),” *Management, Accounting And Technology (Jematech)*, Vol. 7(2), No. 2, 2024, Doi: 10.32500/Jematech.V7i1.7650.
- [9] A. Supiansyah, D. Rutama, & Ribut, Dan N. Sari, “Implementasi Building Information Modelling Dalam Perencanaan Struktur Gedung Kampus Jakarta Global University Kota Depok,” *Jurnal Teknik Sipil Itp*, Vol. 11, No. 2, 2024, Doi: 10.21063/Jts.2024.V1102.095-104.
- [10] C. K. Sungkai, Bayzoni, Dan H. R. Husni, “Penerapan Building Information Modeling (Bim) Menggunakan *Software* Autodesk Revit 2019 Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus: Gedung B Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Lampung),” Vol. 11(1), No. 1, Hlm. 179–188, 2023.
- [11] W. Aditya, M. Purwandito, Dan A. Fauzia, “Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Tekla Structures,” *Journal Of Applied Civil Engineering And Infrastructure Technology*, Vol. 5(2), No. 2, Hlm. 86–94, Sep 2024, Doi: 10.52158/Jaceit.V5i2.853.
- [12] M. Agustinus Piter, I. Ketut Sucita, P. D. Studi, Dan T. Perancangan Jalan Dan Jembatan Konsentrasi Jalan Tol, “Perbandingan Analisis Quantity Takeoff Berbasis Bim Dengan Metode Konvensional Pada Pekerjaan Struktur Jembatan Underpass Comparison Of Quantity Takeoff Analysis Based On Bim With Conventional Method For Underpass Bridge Structure Work,” Jul 2024. [Daring]. Tersedia Pada: [Http://Jurnalnasional.Ump.Ac.Id?Index.Php/Civeng](http://Jurnalnasional.Ump.Ac.Id?Index.Php/Civeng)
- [13] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [14] F. Wiranti, S. Nisumanti, Dan K. Al Qubro, “Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building Information Modeling (Bim) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Prabumulih,” Vol. 12, No. 02, Hlm. 192–202, 2022.
- [15] H. S. Latief Dan M. A. K. Eassa, “Manual And Software-Based Analysis And Design Of Multi-Story Building Using Robot Structural Analysis Professional,” *Nanotechnol Percept*, Vol. 20, No. S3, Hlm. 472–480, 2024, Doi: 10.62441/Nano-Ntp.V20is3.35.