



Penyusunan Dokumen As-Built Drawing Pekerjaan Struktur Atas Pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo Dengan Metode BIM Revit

Bagus Candra Dwinugraha^{1*}, Ketut Aswatama Wiswamitra², Anik Ratnaningsih³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember

*Corresponding author's email: pasirian12@gmail.com

Diterima Mei 2024, Direvisi Juli 2024, Disetujui Oktober 2024, Terbit Oktober 2024

Abstract: The increasing growth rate and complexity of construction projects have driven construction service providers to work more efficiently and effectively, leading the construction industry to adopt Building Information Modeling (BIM) technology. In the highly complex construction project of the Reog Ponorogo Monument Museum, changes in work and new items from the initial plan caused the evaluation of budget, work volume, and reduction of work items, as well as changes in the structural drawings due to initial planning discrepancies with actual site conditions. This study employs the BIM Revit method with data on the upper structure of 14 floors, adjusted to real conditions on-site. The modeling was conducted using Autodesk Revit 2024 to create detailed 3D structural models and detect clashes between systems. The objectives of this study are to analyze clashes using Clash Preventor, determine the work volume (Quantity Take Off) using the BIM Revit method, and understand the stages of preparing As-Built Drawings for the upper structure work. The results of the As-Built Drawing documentation indicate that based on clash detection analysis in Clash Preventor Revit, around six clashes between concrete elements were found, which were subsequently rectified to zero clashes. The work volume for the upper structure obtained was 631,824.58 kg of reinforcement, 19,652.93 m² of formwork, and 3,331.44 m³ of concrete. Volume validation showed a deviation of 0.40% for reinforcement, 0.02% for formwork, and 0.00% for concrete. The stages of preparing the As-Built Drawing document began with creating project files, grids, and levels, followed by modeling the upper structure to obtain the work volume, which included modeling columns, beams, slabs, stairs, and shear walls with detailed reinforcement information. The As-Built Drawing document is used for operational control and project maintenance to ensure it aligns with the building projection and remains relevant in the future.

Keywords: 3D Modeling; As-Built Drawing; Autodesk Revit; Clash Detection;

Abstrak: Peningkatan laju pertumbuhan dan kompleksitas proyek konstruksi mendorong penyedia layanan konstruksi untuk bekerja lebih efisien dan efektif, sehingga industri konstruksi mulai mengadopsi teknologi Building Information Modeling (BIM). Pada proyek pembangunan Monumen Museum Reog Ponorogo yang memiliki kompleksitas tinggi, terjadi perubahan pekerjaan dan item baru dari rencana awal, yang mengakibatkan evaluasi anggaran biaya, volume pekerjaan, dan pengurangan item pekerjaan, serta perubahan gambar struktur atas proyek tersebut karena perencanaan awal tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Penelitian ini menggunakan metode BIM Revit dengan data struktur atas 14 lantai, disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Pemodelan dilakukan dengan Autodesk Revit 2024 untuk membuat model 3D detail struktur dan mendeteksi bentrokan antar sistem. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis bentrokan menggunakan Clash Preventor, mengetahui volume pekerjaan (Quantity Take Off) dengan metode BIM Revit, dan mengetahui tahapan penyusunan As-Built Drawing pekerjaan struktur atas. Hasil dari penyusunan dokumen As-Built Drawing menunjukkan bahwa berdasarkan analisis clash detection di Clash Preventor Revit, ditemukan sekitar enam bentrokan antar elemen beton yang kemudian diperbaiki hingga tidak ada bentrokan. Volume pekerjaan struktur atas yang diperoleh adalah pembesian 631.824,58 kg, bekisting 19.652,93 m², dan beton 3.331,44 m³. Validasi volume menunjukkan galat pembesian 0,40%, galat bekisting 0,02%, dan galat beton 0,00%. Tahapan penyusunan dokumen As-Built Drawing dimulai dari pembuatan file project, grid, level, kemudian pemodelan struktur atas hingga didapatkan volume pekerjaan, yang mencakup pemodelan kolom, balok, plat, tangga, dan dinding geser (shearwall) dengan detail tulangan. Dokumen As-Built Drawing digunakan untuk kontrol pengoperasian dan perawatan proyek agar sesuai dengan proyeksi dan tetap relevan di masa mendatang.

Keywords: Pemodelan 3D; As-Built Drawing; Autodesk Revit; Clash Detection;

1. Pendahuluan

Peningkatan laju pertumbuhan dan semakin rumitnya proyek konstruksi mendorong penyedia layanan konstruksi untuk meningkatkan cara mereka bekerja secara lebih efisien dan efektif.

Sebagai hasilnya, industri konstruksi terdorong untuk berevolusi ke arah yang lebih maju dengan adopsi teknologi *Building Information Modeling* (BIM). Konsep *Building Information Modeling* (BIM) merencanakan pembangunan secara virtual sebelum tahap pembangunan fisik dilakukan, bertujuan untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menemukan solusi, dan mengevaluasi dampak yang mungkin terjadi [1].

Building Information Modeling (BIM) adalah software yang berbasis pemodelan 3D sebagai alat praktisi AEC (*Architect, Engineering, and Construction*) [2]. Penerapan BIM dengan bantuan perangkat lunak *Autodesk Revit* dimaksudkan untuk menyederhanakan proses pengawasan untuk memperoleh volume setiap pekerjaan, menetapkan MCO dan proses pencairan termin [3]. Di sektor konstruksi di Indonesia, dikemukakan bahwa pemanfaatan BIM belum sepenuhnya optimal disebabkan oleh kurangnya tenaga kerja yang memiliki keahlian dalam mengoperasikannya [4]. Dalam proses pelaksanaan konstruksi, desain, infrastruktur, pemeliharaan bangunan gedung dan perencanaan yang lebih efisien serta implementasi BIM juga membantu rencana maupun pelaksana untuk *Build Before Construct* melalui teknologi sehingga mengurangi kesalahan dan juga waste akibat *rework* pada saat fase konstruksi [5]. Dalam usaha untuk mengantisipasi kemungkinan kesalahan dalam perencanaan konstruksi, seperti pembangunan bangunan bertingkat, dapat dideteksi sejak awal melalui fitur-fitur yang ada dalam perangkat lunak BIM seperti *Autodesk Revit* [6]. Integrasi model bangunan memastikan bahwa perubahan pada model secara langsung mempengaruhi volume pekerjaan, yang berpotensi mengurangi waktu pengerjaan [7].

Menurut [8], anggota IQSI (Ikatan Quantity Surveyor Indonesia) masih mengandalkan metode tradisional untuk menghitung volume di Indonesia, yang melibatkan penggunaan gambar pada *Autocad* dan dukungan *Microsoft Excel*, dengan SMM (*Standard Method of Measurement*) sebagai panduan utama. Pada proyek pembangunan gedung Monumen Museum Reog Ponorogo memiliki kompleksitas yang tinggi. Berdasarkan proyek pembangunan tersebut dari masing – masing item pekerjaan yang disesuaikan dengan kondisi dilapangan menyebabkan terjadinya adanya pekerjaan tambah kurang (*change order*) dan item pekerjaan baru dari rencana awal, sehingga mengakibatkan evaluasi anggaran biaya, volume pekerjaan yang dibutuhkan dan pengurangan item pekerjaan. Hal ini juga menyebabkan perubahan gambar struktur atas pada proyek tersebut. Ketika perencanaan awal yang tidak sesuai dengan kondisi dilapangan yang mengalami perubahan, ini dapat mengakibatkan ketidakakuratan dalam perencanaan yang kurang rinci. Kondisi ini seringkali hanya dalam bentuk gambar 2D di lapangan, yang mengakibatkan perhitungan volume yang belum lengkap atau kasar. Penerapan metode BIM telah terbukti dapat mengurangi biaya hingga 52,5% jika dibandingkan dengan penggunaan metode konvensional. Persentase ini diperoleh melalui perbandingan selisih biaya antara penerapan BIM dan metode konvensional [9]. Istilah "*Building Information Model*" (BIM) dan "*Building Information Modeling*" masih belum umum digunakan hingga seorang Analis Industri bernama Jerry Laiserin memperkenalkan teknologi desain terbaru yang dianggap sebagai pengganti potensial untuk teknologi *Computer Aided Design* (CAD) [10].

Dalam konteks proyek konstruksi yang semakin kompleks dan dinamis, penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan efektivitas proses konstruksi. Penelitian ini menghadirkan kebaruan (*novelty*) melalui penerapan metode BIM *Revit* secara detail untuk menyusun dokumen *As-Built Drawing* berbasis kondisi aktual di lapangan pada proyek pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo. Tidak hanya menghasilkan model 3D struktural dengan detail tulangan, penelitian ini juga memanfaatkan fitur *clash detection* untuk mengidentifikasi konflik antar elemen struktur yang berpotensi menyebabkan kesalahan lapangan. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan analisis volume pekerjaan (*quantity takeoff*) dan validasi deviasi antara perhitungan konvensional dan pemodelan digital. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menyusun dokumen *As-Built Drawing* yang akurat dan representatif menggunakan BIM *Revit*, menganalisis bentrokan antar struktur menggunakan fitur *Clash Preventor*, serta menghitung volume pekerjaan secara digital untuk mendukung efisiensi operasional dan pemeliharaan proyek secara berkelanjutan.

2. Metodologi

Lokasi dan Waktu Penelitian

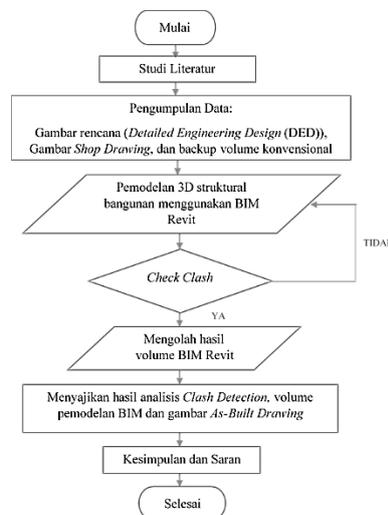
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan agustus 2023 sampai dengan januari 2024. Lokasi penelitian ini bertempat di pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo, Desa Sampung, Kecamatan Sampung, Kabupaten Ponorogo. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Proyek

Prosedur Penelitian

Dalam fase penelitian ini, langkah-langkah dirancang untuk memastikan bahwa penulisan tugas akhir dilakukan secara sistematis, teratur, dan terstruktur, sehingga waktu yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien. Berikut adalah beberapa diagram alir mikro dan makro yang akan direncanakan:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan Data Penelitian

Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan yang melibatkan penggunaan data sekunder yang terkait dengan pekerjaan struktur, seperti gambar rencana (*Detailed Engineering Design (DED)*), gambar *shop drawing* dan backup volume konvensional proyek. Setelah itu, data-data ini digunakan sebagai masukan dalam perangkat lunak Autodesk Revit untuk menghasilkan output yang sesuai.

Metode Analisis

Penelitian ini menerapkan metode BIM Revit dengan fokus pada penggambaran dan penjelasan terkait pemodelan 3D struktur serta hasil volume pekerjaan (*quantity takeoff*) pembangunan

Monumen dan Museum Reog Ponorogo. Pemodelan 3D dalam penelitian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan pendekatan *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan perangkat lunak *Autodesk Revit 2024*.

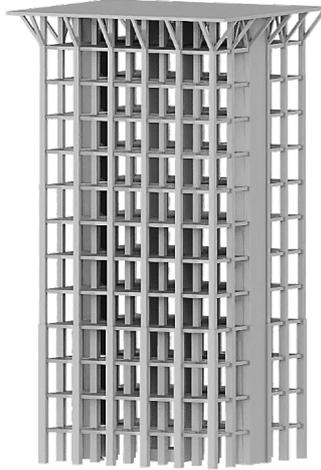
3. Hasil dan Pembahasan

Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo yang berlokasi di Desa Sampung, Kecamatan Sampung, Kabupaten Ponorogo. Proyek ini direncanakan terdiri dari 14 lantai struktur utama dan juga 14 lantai sebagai penopang patung reog dengan luas bangunan sebesar 625 m².

Pemodelan 3D

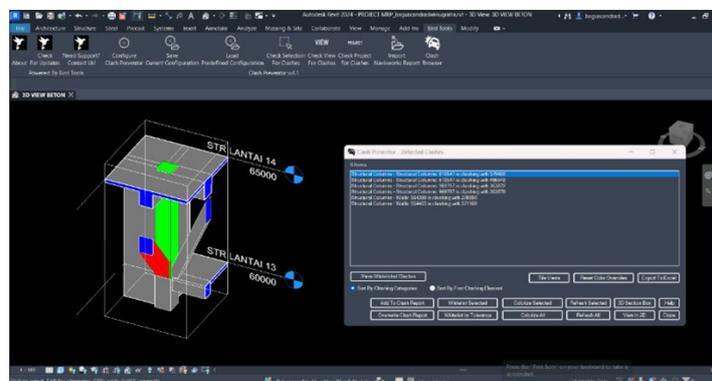
Berikut adalah representasi tiga dimensi dari pemodelan struktur bangunan yang dibuat menggunakan perangkat lunak BIM Revit. Bangunan ini memiliki empat belas lantai dan terdiri dari berbagai elemen struktural seperti kolom, balok, plat lantai, shearwall, dan tangga, dapat dilihat pada Gambar 5.



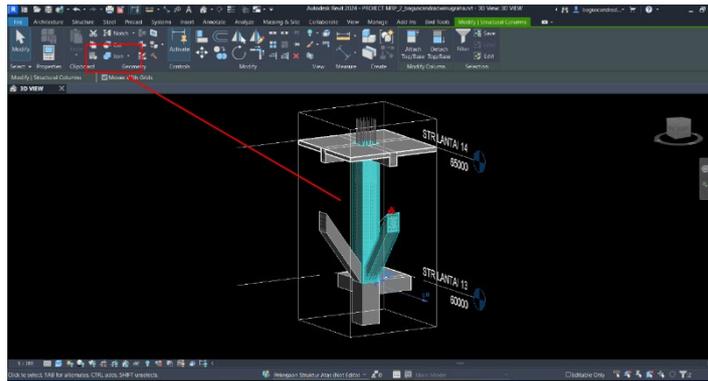
Gambar 5. Pemodelan 3D View

Clash Detection

Setelah dilakukan pemodelan menggunakan BIM Revit, ditemukan adanya beberapa clash atau bentrokan antar sistem struktur bangunan dan antar besi tulangan. Pada pekerjaan struktural ditemukan *clash* atau bentrokan sekitar 6 clash antar struktur dengan menggunakan *tools Clash Preventor* pada Revit. Berikut beberapa contoh *clash* antar sistem struktur dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Terjadi *clash* antar struktur kolom



Gambar 7. Perbaikan *clash* antar struktur beton

Clash terjadi antara struktur kolom utama dengan kolom BR yang disebabkan oleh perpotongan antar elemen beton, sehingga kedua tulangan saling tumpang tindih satu sama lain. Untuk memperbaiki *clash* atau bentrokan, solusinya adalah dengan mengatur *joint geometry* pada elemen agar tidak terjadi *clash*.

Volume (*Quantity Take off*)

Volume atau *Quantity take-off* hasil dari pemodelan Monumen dan Museum Reog Ponorogo struktur atas 14 lantai menggunakan software Autodesk Revit yang telah di rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Volume BIM Revit

Uraian Pekerjaan	Volume Pembesian (kg)	Volume Bekisting (m ²)	Volume Beton (m ³)
Pekerjaan Kolom	316992,47	8157,60	1700,08
Pekerjaan Balok	108947,88	3754,26	505,22
Pekerjaan Plat	100565,26	3626,37	543,96
Pekerjaan Tangga	11264,27	492,00	54,97
Pekerjaan Shearwall	93243,34	3106,00	465,79
Pekerjaan Pit Lift	811,36	28,80	4,32
Total	631824,58	19652,93	3331,44

Volume atau *Quantity takeoff* hasil dari volume konvensional pada proyek pembangunan Monumen dan Museum Reog Ponorogo struktur atas 14 lantai yang telah di rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Volume Konvensional Proyek

Uraian Pekerjaan	Volume Pembesian (kg)	Volume Bekisting (m ²)	Volume Beton (m ³)
Pekerjaan Kolom	302115,86	7468,92	1660,95
Pekerjaan Balok	112103,98	3699,66	531,53
Pekerjaan Plat	116411,82	4386,13	549,60
Pekerjaan Tangga	11921,67	532,14	69,33
Pekerjaan Shearwall	85709,78	3538,92	515,82
Pekerjaan Pit Lift	1057,71	31,20	4,32
Total	629320,82	19656,97	3331,55

Perbedaan deviasi atau galat pada *Quantity takeoff* dari hasil volume konvensional pada proyek pembangunan dan pemodelan menggunakan BIM Revit yang telah di rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Galat antara volume BIM Revit dengan volume konvensional proyek

Uraian Pekerjaan	BIM Revit	Konvensional	Galat (%)
Pembesian	631825 kg	629321 kg	0,40%
Bekisting	19653 m ²	19657 m ²	0,02%
Beton	3331 m ³	3332 m ³	0,00%

Pada pekerjaan pembesian pemodelan BIM Revit sudah menyesuaikan dengan *gambar shop drawing* dan *checklist* pembesian sebagai pendukung data, namun pada BIM Revit dengan perhitungan lapangan ada perbedaan dikarenakan pada pemodelan BIM Revit terdapat adanya pemodelan struktur besi terutama pada *shearwall* yaitu memodelkan tulangan korset sesuai yang terjadi real di lapangan, tulangan korset adalah elemen tambahan yang ditempatkan di dalam struktur beton bertulang untuk memberikan kekuatan tambahan dan mencegah retak atau kegagalan struktur. Tulangan Korset ini biasanya terdiri dari batangan besi yang ditempatkan secara horizontal dan vertikal di dalam beton. Sedangkan pada perhitungan manual di lapangan tidak mencantumkan tulangan korset tersebut dan oleh sebab itu mengalami perbedaan deviasi atau galat pada struktur pembesian.

Galat volume dan *quantity takeoff* memiliki hubungan erat dalam konteks konstruksi dan manajemen proyek. *Quantity takeoff*, sebagai bagian penting dari perencanaan proyek, melibatkan estimasi volume material dan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Namun, jika *quantity takeoff* tidak dilakukan dengan cermat, bisa terjadi kesalahan dalam mengestimasi jumlah material yang sebenarnya dibutuhkan. Hal ini dapat menghasilkan galat volume saat material yang sebenarnya digunakan ternyata lebih atau kurang dari yang diperkirakan. Galat volume dapat menjadi indikator masalah dalam perencanaan atau pelaksanaan proyek. Dengan memantau galat volume, manajer proyek dapat mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mungkin timbul, serta membuat perubahan yang diperlukan dalam *quantity takeoff* atau perencanaan proyek. Oleh karena itu, keterkaitan antara galat volume dan *quantity takeoff* menyoroti pentingnya melakukan estimasi dengan akurat dan memonitor volume material yang digunakan selama proyek konstruksi untuk menghindari kerugian biaya dan penundaan proyek.

Tahapan Pembuatan *As-Built Drawing*

Tahapan proses penyusunan dokumen *As-Built Drawing* disusun sebagai kontrol pengoperasian dan perawatan pelaksanaan proyek agar sesuai dengan proyeksi gedung dan tetap relevan di masa mendatang.

Berikut merupakan tahapan dokumen *As-Built Drawing* menggunakan BIM Revit:

A. Penyusunan Gambar Kerja DED dan Spesifikasi Teknis oleh Konsultan Perencana

1. Konsultan perencana membuat gambar kerja yang komprehensif, jelas, dan rinci.
2. Spesifikasi teknis disusun untuk meminimalkan kesalahan dalam pelaksanaan proyek.
3. Gambar kerja dan spesifikasi teknis digunakan untuk menyusun rencana anggaran biaya dengan akurat.

B. Pelaksanaan Proyek oleh Kontraktor

1. Kontraktor pelaksana membangun fisik bangunan berdasarkan gambar kerja.
2. Kontraktor membuat gambar pelaksanaan yang lebih rinci, dikenal sebagai *shop drawing*.
3. *Shop drawing* dihasilkan melalui proses asistensi yang melibatkan iterasi berulang kepada konsultan pengawas.

C. Persetujuan dan Panduan Pengawas Lapangan

1. *Shop drawing* harus disetujui oleh pengawas lapangan.
2. Pengawas lapangan memberikan panduan agar maksud perencanaan dapat dipahami oleh semua pihak.

3. Koordinasi dilakukan bersama konsultan pengawas.

D. Penyesuaian dengan Perkembangan di Lapangan

1. Selama proses pelaksanaan proyek konstruksi, sering terjadi perubahan yang disesuaikan dengan perkembangan di lapangan.
2. Memerlukan konsultasi antara pihak perencana, pengawas, dan semua pihak terkait.

E. Pembuatan *3D Modeling* Menggunakan BIM

1. Dalam situasi perubahan pelaksanaan, pembuatan pemodelan dimulai dari pembuatan file *project, grid, level* dan *worksets* sesuai dengan pekerjaan beton, besi dan bekisting.
2. Pengerjaan pada bagian struktur atas yaitu memodelkan struktur beton, besi dan bekisting pada pekerjaan kolom, balok, plat, tangga dan dinding geser (*shearwall*).

F. Pengecekan *clash detection* antar elemen

1. Pengecekan *clash detection* antar elemen dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada benturan atau tumpang tindih yang tidak diinginkan antara elemen struktural.
2. Menggunakan perangkat lunak BIM (*Building Information Modeling*) untuk memeriksa model 3D bangunan, mengidentifikasi potensi benturan antara balok, kolom, plat, tangga dan *shearwall*. Setiap benturan yang terdeteksi dianalisis, dan solusi teknis disusun untuk mengatasi masalah tersebut sebelum pelaksanaan di lapangan. Pengecekan ini membantu mengoptimalkan desain, mengurangi risiko kesalahan konstruksi dan memastikan efisiensi serta keamanan struktur akhir.

G. Pengolahan volume pekerjaan pada BIM

1. Pada tahap ini memanfaatkan teknologi Building Information Modeling (BIM) untuk mengolah volume pekerjaan secara akurat. Dengan memasukkan semua elemen desain ke dalam model 3D, kemudian menghitung volume beton, besi dan bekisting dengan presisi tinggi.
2. Penggunaan BIM memudahkan penyesuaian cepat jika terjadi perubahan desain, karena model dapat diperbarui secara otomatis, memastikan bahwa estimasi volume tetap konsisten dengan modifikasi yang dilakukan.

H. Penyusunan As-Built Drawing

1. Lakukan pembaruan pada drawing berdasarkan data dan informasi yang dikumpulkan dari lapangan. Revisi gambar sesuai dengan kondisi aktual pemasangan.
2. Tandai semua perubahan yang telah dilakukan pada gambar dengan jelas. Gunakan simbol atau anotasi yang sesuai untuk menandai area yang mengalami modifikasi.

I. Koordinasi dan Verifikasi *As-Built Drawing*

1. Dalam proses penyusunan *As-Built Drawing* untuk memastikan semua perubahan telah diakomodasi dengan benar.
2. Pastikan semua data yang dimasukkan ke dalam *As-Built Drawing* telah diverifikasi dan divalidasi oleh pihak-pihak yang berwenang.

J. Penyelesaian

1. Susun dokumen *As-Built Drawing* sebagai dokumen akhir proyek. Pastikan semua gambar dan data telah disusun dengan rapi dan jelas.

Berikut contoh hasil pembuatan as-built drawing menggunakan BIM Revit yaitu dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

kolom, balok, plat, tangga, dan shear wall lengkap dengan detail tulangnya. Melalui analisis clash detection, ditemukan enam bentrokan antar elemen struktur yang berhasil diidentifikasi dan diperbaiki, sehingga risiko kesalahan konstruksi dapat diminimalisir. Volume pekerjaan yang dihitung menggunakan BIM Revit menunjukkan deviasi sangat kecil dibanding metode konvensional, yaitu 0,40% untuk pembesian, 0,02% untuk bekisting, dan 0,00% untuk beton, yang menandakan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil ini membuktikan bahwa BIM Revit mampu mengintegrasikan perencanaan dan kondisi aktual lapangan secara real-time, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen proyek. Penyusunan As-Built Drawing berbasis BIM tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi teknis, tetapi juga sebagai alat kontrol dan perawatan proyek jangka panjang yang mampu menjamin relevansi struktur terhadap proyeksi desain awal. Dengan demikian, penggunaan BIM Revit secara menyeluruh dapat menjadi solusi strategis dalam meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi di sektor konstruksi nasional.

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan jurnal ini khususnya keluarga, dosen pembimbing skripsi, serta teman-teman.

Daftar Pustaka

- [1] Smith, D. (2007). An official publication of the National BIM Standard (NBIMS) and the National Institute of Building Sciences (NIBS) Journal of Building Information Modeling JBIM. https://www.brikbases.org/sites/default/files/Pages%20from%20jbim_fall07-A.dekesmith%2C.pdf
- [2] Utari, R. P., & Pradana, N. (2023). Implementasi Sistem Building Information Modeling (Bim) Untuk Analisis Waktu Dan Biaya (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Islam Malang). *23(2018)*, 8–35. <https://doi.org/10.33087/jjubj.v23i2.3994>
- [3] Adhitama, A. R., Ratnaningsih, A., & Kriswardhana, W. (2020). Penerapan Metode Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Gedung Integrated Laboratory for Natural Science and Food Technology Universitas Jember 1 Application of The Building Information Modeling (BIM) Method for the IsDB Integrated Laboratory for Natural Science and Food Technology Universitas Jember. *JURNAL REKAYASA SIPIL DAN LINGKUNGAN*, 113.
- [4] Wibowo, A., & Adi, H. P. (2021). Evaluasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Konstruksi di Indonesia. <https://repository.unissula.ac.id/22223/11/20201800050%20fulltext.pdf>
- [5] Dalian, J., & Mochtar, K. (2021). Analisis Faktor Dan Variabel Yang Menghambat Penerapan 5D Bim Pada Pembiayaan Proyek Konstruksi Di Indonesia. *Prosiding CEEDRiMS*, 459–465.
- [6] Pradiptha, A. A., & Pangestuti, E. K. (2021). Deteksi Konflik Pada Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Dengan Software Revit dan Naviswork Manage.
- [7] Reista, I. A., & Ilham, dan. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, *2(1)*, 13–22. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/josc>.
- [8] Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Takeoff Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, *6(1)*, 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>
- [9] Berlian, C. A., Adhi, R. P., & Hidayat, A. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modeling (BIM) dan Konvensional (STUDI KASUS: PERENCANAAN GEDUNG 20 LANTAI) (Vol. 5, Issue 2). Halaman. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- [10] PUPR. (2018). Building Information Modelling (Bim) Dalam Meningkatkan Akuntabilitas Mitra Kerja Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat (PUPR).

[This page is intentionally left blank]