

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai perbandingan akurasi estimasi biaya menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM) 5D dan metode konvensional pada pekerjaan struktur, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemodelan struktur menggunakan Autodesk Revit berhasil menghasilkan model 3D yang terintegrasi sesuai dengan gambar *Detail Engineering Design* (DED), meliputi pondasi strauss pile, sloof, kolom, balok, plat lantai, dan tangga. Dibandingkan dengan gambar 2D, model 3D pada Autodesk Revit mampu memberikan visualisasi struktur yang lebih jelas dan detail dari berbagai sudut pandang, sehingga memudahkan identifikasi bentuk, dimensi, hubungan antar elemen, serta pengecekan kesesuaian model. Selain itu, model 3D memudahkan identifikasi potensi benturan (*clash*) antar elemen struktur sehingga kesalahan pada tahap perencanaan dapat diminimalkan. Informasi geometri, material, dan parameter setiap elemen yang tersimpan dalam model terintegrasi juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses *quantity take off* dan estimasi biaya menggunakan metode BIM 5D secara lebih efektif.
2. Perhitungan volume pekerjaan struktur menggunakan Autodesk Revit menghasilkan kuantitas yang terintegrasi dalam satuan berat (kg), total panjang (m), dan volume (m³). Rekapitulasi volume pekerjaan baja tulangan berdasarkan berat menunjukkan kebutuhan besi Ø5,7 mm sebesar 178,35 kg, besi Ø7,7 mm sebesar 6.525,67 kg, wiremesh Ø7,7 mm sebesar 3.819,67 kg, besi Ø9,7 mm sebesar 1.224,94 kg, besi Ø11,7 mm sebesar 2.021,68 kg, besi D12,7 mm sebesar 10.004,41 kg, dan besi D15,7 mm sebesar 16.817,19 kg. Hasil rekapitulasi berdasarkan total panjang menggunakan Autodesk Revit menunjukkan kebutuhan baja tulangan sepanjang 891,75 m untuk besi Ø5,7 mm, 17.829,70 m untuk besi Ø7,7 mm, 10.436,26 m untuk wiremesh Ø7,7 mm, 2.105,98 m untuk besi Ø9,7 mm, 2.395,36 m untuk besi Ø11,7 mm, 10.064,79 m untuk besi D12,7 mm, dan 11.063,94 m untuk besi D15,7 mm. Selanjutnya, optimasi menggunakan metode optimasi *Bar Bending Schedule* (BBS) menghasilkan kebutuhan 76 batang Ø5,7 mm, 1.505 batang Ø7,7 mm, 182 batang Ø9,7 mm, 214 batang Ø11,7 mm, 865

batang D12,7 mm, dan 972 batang D15,7 mm, dengan *waste material* berturut-turut sebesar 15,3 m, 67 m, 33 m, 96 m, 74 m, dan 137 m. Adapun hasil rekapitulasi volume pekerjaan pengecoran menunjukkan total volume campuran beton *Ready Mix* (f'c 25 MPa) sebesar 345,10 m³ dan campuran beton semi mekanis (f'c 15 MPa) sebesar 6,98 m³.

3. Estimasi biaya pekerjaan struktur menggunakan Autodesk Revit menghasilkan perhitungan biaya yang terintegrasi berdasarkan hasil *quantity take off*. Rekapitulasi estimasi biaya pekerjaan baja tulangan berdasarkan berat menunjukkan total biaya sebesar Rp700.027.867,26. Hasil estimasi biaya berdasarkan jumlah batang menggunakan metode optimasi *Bar Bending Schedule* (BBS) menunjukkan total biaya sebesar Rp386.631.159,17. Adapun hasil estimasi biaya pekerjaan pengecoran menunjukkan total biaya campuran beton *Ready Mix* (f'c 25 MPa) sebesar Rp391.407.160,96 dan campuran beton semi mekanis (f'c 15 MPa) sebesar Rp8.049.284,41, sehingga diperoleh total estimasi biaya pekerjaan pengecoran sebesar Rp399.456.445,37.
4. Perbandingan estimasi biaya pekerjaan struktur antara metode konvensional dan *Building Information Modeling* (BIM) 5D menggunakan Autodesk Revit menunjukkan adanya perbedaan hasil estimasi pada setiap jenis pekerjaan. Pada pekerjaan baja tulangan berdasarkan berat diperoleh selisih estimasi biaya sebesar Rp23.245.064,43 (3,21%). Pada pekerjaan baja tulangan berdasarkan jumlah batang, metode optimasi *Bar Bending Schedule* (BBS) menghasilkan selisih sebesar Rp7.644.840,83 (1,94%) terhadap harga penganggaran. Selanjutnya, pada pekerjaan pengecoran campuran beton *Ready Mix* (f'c 25 MPa) diperoleh selisih estimasi biaya sebesar Rp21.604.486,04 (5,23%), sedangkan pada pekerjaan pengecoran campuran beton semi mekanis (f'c 15 MPa) diperoleh selisih sebesar Rp844.925,88 (9,50%). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa Autodesk Revit menghasilkan estimasi biaya yang lebih rendah dibandingkan metode konvensional. Selain itu, estimasi biaya baja tulangan berdasarkan metode optimasi *Bar Bending Schedule* (BBS) menghasilkan kebutuhan material yang lebih representatif terhadap kondisi pelaksanaan di lapangan karena mempertimbangkan pola pemotongan baja tulangan dan pemanfaatan kembali sisa potongan (*reuse*).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan serta bermanfaat bagi penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan perhitungan kebutuhan baja tulangan berdasarkan jumlah batang standar selain berdasarkan berat (kg) yang dihasilkan oleh Autodesk Revit. Hal ini karena hasil *quantity take off* pada Revit hanya menghasilkan kebutuhan tulangan berdasarkan model tanpa memperhitungkan *waste material* akibat proses pemotongan, sedangkan pengadaan baja tulangan di lapangan dilakukan dalam satuan batang standar sepanjang 12 meter.
2. Ruang lingkup penelitian dapat diperluas dengan menambahkan objek pemodelan pada elemen struktur lainnya, seperti struktur atap, atau dikembangkan hingga mencakup pekerjaan arsitektur dan *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) sehingga penerapan BIM dapat dilakukan secara lebih menyeluruh pada suatu proyek konstruksi.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 4D dengan mengintegrasikan Autodesk Revit dan Autodesk Navisworks, sehingga proses penjadwalan proyek, koordinasi model, *clash detection*, serta visualisasi pelaksanaan konstruksi dapat dilakukan secara lebih optimal. Pengembangan tersebut diharapkan dapat menghasilkan analisis yang lebih optimal mengenai hubungan antara waktu pelaksanaan dan biaya pekerjaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghiffari, L., & Nugroho, A. S. B. (2017). *Perhitungan Kebutuhan Beton dan Tulangan Menggunakan Aplikasi Berbasis BIM pada Struktur Gedung Tiga Lantai* [Universitas Gadjah Mada]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Alshabab, S., Vysotskiy, A. E., Khalil, T., & Petrochenko, M. V. (2017). BIM-Based Quantity Takeoff. *Construction of Unique Buildings and Structures*, 4(55), 124–134. <https://doi.org/10.18720/CUBS.55.8>
- Amri, S. I., Hardyanti, N., & Sumiyati, S. (2023). Analisis Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Beton Menggunakan Metode Building Information Modelling (BIM) dan Metode Konvensional (Studi Kasus : Proyek Kantor PNM Cabang Jember). *Jurnal Peofesi Insinyur Indonesia*, 1(6), 225–233. <https://doi.org/10.14710/jpii.2023.19025>
- Anwar, A., Alamsyah, W., & Purwandito, M. (2025). Implementasi BIM pada Struktur Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Samudra Menggunakan Software Revit. *Journal Of Applied Civil Engineering And Infrastructure Technology (JACEIT)*, 6(1), 59–68. <http://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>
- Apriansyah, R. (2021). *Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural*. Universitas Islam Indonesia.
- Ardin, M., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2025). Implementasi Building Information Modeling (BIM) 5D Pada Pekerjaan Struktur Rumah Tinggal Type 400. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 317–324. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2427>
- Ardiyasa, I. N. D., Suardika, I. N., & Ardika, I. N. (2022). *Analisis Komparasi Quantity Take Off Menggunakan Software Autodesk Revit Dengan Metode Konvensional (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Aspol Sanglah T.36 Bertingkat 4 Lantai)*. <https://www.scribd.com/document/851200301/JURNAL-5>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*.
- Bahtiar, F. R., & Nurasiyah, S. (2025). Quantity Take-off Using Building Information Modeling on Superstructure Works. *PORTAL: Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 15–18. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/portal/article/download/7788/pdf>
- Eastman, C., Paul, T., Rafael, S., & Kathleen, L. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. In *John Wiley & Sons*. John Wiley & Sons. <https://books.google.co.uk/books>
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi)*. Andi.
- Fauziyah, S. (2023). Implementasi Bim Terhadap Upaya Pengurangan Waste Material Konstruksi Pada Pt. Wijaya Karya Jabodetabek. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 6(1), 45–50. <https://doi.org/10.14710/potensi.2023.18086>

- Fuady, M. (2015). *Buku Ajar Struktur Konstruksi Bangunan*. Graha Tia.
- Gulo, W. F. (2023). *Perencanaan Penyusunan Detail Engineering Design (DED) Asrama Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja (BBPLK)*. Universitas Medan Area.
- Huzaini, S. (2021). *Penerapan Konsep Building Information Modeling (BIM) 3D dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur*. Universitas Islam Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat bersama PP Construction & Investment. (2019). *Roadmap Konstruksi Digital Indonesia*. <https://jdih.pu.go.id>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Modul 5 Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM)*. <https://jdih.pu.go.id>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2016). *Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. <https://peraturan.go.id>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2018). *Permen PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. <https://jdih.pu.go.id>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2022). *Permen PUPR Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. <https://jdih.pu.go.id>
- Koilam, V. M. J., Arsjad, T. T., & Pratasis, P. A. K. (2023). Analisis Rencana Anggaran Biaya dan Anggaran Pelaksanaan. *Jurnal Tekno*, 21(83).
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take-Off dengan Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>
- Nugraha, W. T., & Zulkifli, D. (2019). Efisiensi Biaya Proyek Pekerjaan Pengadaan Bangunan Rawat Jalan Tahap II Lanjutan RSUD Cimacan Kabupaten Cianjur Tahun Anggaran 2017. *Jurnan Momen Teknik Sipil*, 02(2), 74–79.
- Nurhaji, S., & Abdillah, H. (2022). *AutoCAD Basic 2 Dimensi dan 3 Dimensi*. Media Edukasi Indonesia.
- Olsen, D., & Taylor, J. M. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors. *Procedia Engineering*, 196, 1098–1105. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067>
- Pambudi, G. A., & Suprahman, F. H. (2025). Systematic Literature Riview : Peranan Metode BIM dalam Integrated Project Delivery (IPD) untuk Mengoptimalkan Konstruktabilitas Proyek. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 32(1), 89–98. <https://doi.org/10.5614/jts.2025.32.1.10>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2002). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*.

- Prastya, C. A., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2025). Implementasi Building Information Modeling (BIM) 5D Pada Pekerjaan Struktur Rumah Tinggal Type 400. *Journal of Civil Engineering*, 7(2), 17–24. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2427>
- Pratama, A., & Witjaksana, B. (2022). Implementasi Autodesk Revit Untuk Quantiy Take Off Pada Pekerjaan Struktur Jembatan. *Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5, 408–416. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7603>
- Pratama, R. E., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2024). Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) 5D pada Pekerjaan Struktur untuk Efisiensi Biaya Proyek. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 12(2), 138–143. <https://doi.org/10.32487/jtt.v12i2.2219>
- Rahmayuni, M., & Apdeni, R. (2025). Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) Estimasi Quantity Take-Off Material dan Scheduling pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 6, 27–33. <https://doi.org/10.24036/asce.v6i1.121783>
- Rayendra, & Soemardi, B. W. (2014). Studi Aplikasi Teknologi Building Information Modeling Untuk Pra-Konstruksi. *Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Teknologi Bandung*, 14–21.
- Ritonga, L., & Irwan, H. (2023). *Perhitungan Struktur Dengan Menggunakan SAP 2000 Pada Proyek Pembangunan Klinik Building Medan*. XV(2), 28–32.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. In *John Wiley & Sons*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
- Salsabila, S., & Apdeni, R. (2025). Implementasi Building Information Modeling (Bim) Dalam Perhitungan Volume Besi Tulangan Dan Bar Bending Schedule (Studi Kasus : Pembangunan Rumah Sakit X). *Applied Science In Civil Engineering*, 6(4), 2025. <http://asce.ppj.unp.ac.id>
- Sari, T. L., & Putra, W. K. (2024). Implementasi BIM Dalam Peninjauan Kapasitas Struktur Atas Jembatan. *Jurnal Teknik Sains*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.24967/teksis.v9i1.2932>
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Erlangga.
- Setiawan, E. B., & Abma, V. (2021). Penerapan Konsep BIM dari Studi Kasus dan Perspektif Pengguna. *Prosiding CEEDRiMS*, 22, 274–281. <https://www.researchgate.net>
- Siswanto, B. A., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen Proyek* (H. Ibda (ed.); Issue November 2019). CV. Pilar Nusantara. <https://www.researchgate.net/publication/339787455>
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Edisi Kedua Jilid 1*. Erlangga.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. Alfabeta. <https://archive.org/details/buku-metode-penelitian-sugiyono/page/279/mode/2up>