

**PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN
STRUKTUR DENGAN BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) TERHADAP BILL OF QUANTITY
(BOQ)**

**(STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS BRAWIJAYA
TAHAP I)**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

NAGER ALFANOVANSYAH GIRSANG

201910340311202

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Perbandingan Volume Pekerjaan Struktur dengan *Building Information Modeling* (BIM) terhadap *Bill of Quantity* (BoQ) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Tahap I)

Nama : Nager Alfanovansyah Girsang

NIM : 201910340311202

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 21 April 2025

Susunan dewan penguji,

1. Ir. Yunan Rusdianto, M.T.

Dosen Penguji I: 

2. Faris Rizal Andardi, S.T., M.T.

Dosen Penguji II: 

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Zamzami Septiropa, ST., MT., Ph.D.


Lintang Satiti Mahabella ST., MT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil




Ir. Sulianto, MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nager Alfanovansyah Girsang
Nim : 201910340311202
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir dengan judul: "PERBANDINGAN VOLUME PEKERJAAN STRUKTUR DENGAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TERHADAP BILL OF QUANTITY (BOQ) (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS BRAWIJAYA TAHAP I)" adalah hasil karya saya dan bukan karya orang lain. Dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 13 Mei 2025

Yang menyatakan,



Nager Alfanovansyah Girsang

SURAT PERNYATAAN LOLOS PLAGIASI



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,


Nama : Nager Alfanovansyah Girsang

NIM : 201910340311202

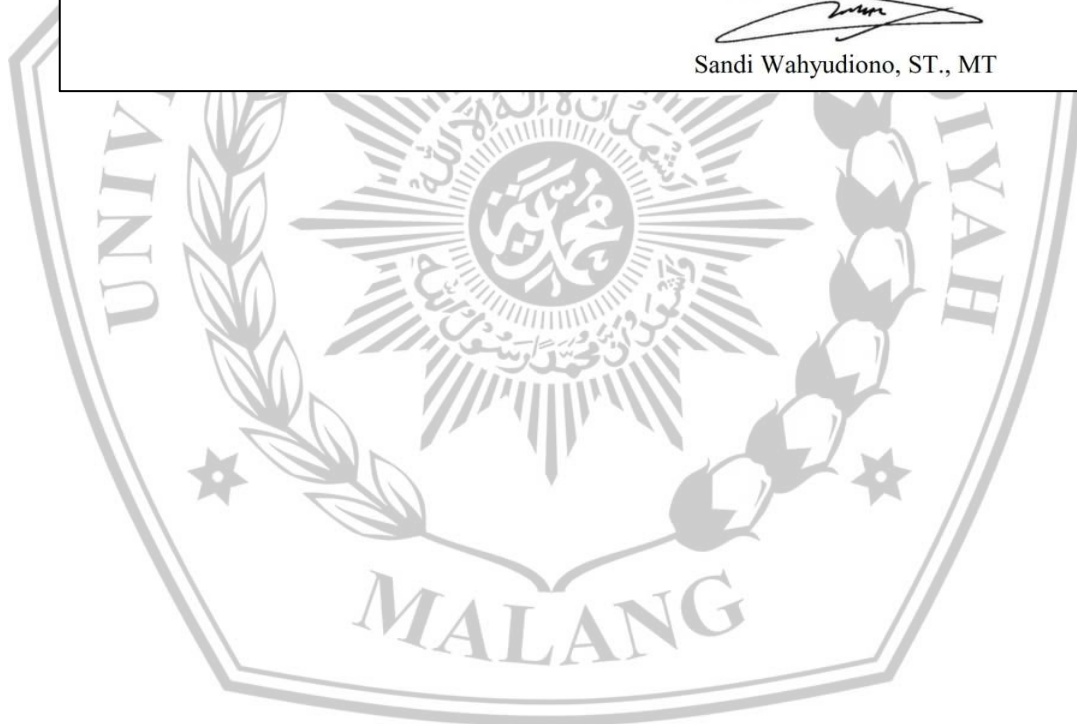
Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	7	%	≤ 10%
BAB 2	16	%	≤ 25%
BAB 3	25	%	≤ 35%
BAB 4	6	%	≤ 15%
BAB 5	3	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	12	%	≤ 20%

Malang, 13 Mei 2025



Sandi Wahyudiono, ST., MT





Mempersembahkan karya tulis ini kepada papa, Jasuman Girsang, mama, Ratna Akiefnawati, saudari, Gena Jasminea Girsang. Atas cinta dan dukungan mereka seumur hidup saya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Volume Pekerjaan Struktur dengan *Building Information Modeling* (BIM) Terhadap *Bill Of Quantity* (BoQ) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Tahap I)"

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Diharapkan skripsi ini mampu memberikan pemahaman publik dan akademisi yang lebih baik mengenai topik yang dibahas dalam penyusunan skripsi ini.

Atas bantuan dan kerjasama yang baik dari semua pihak hingga selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Y.M.E. yang maha pengasih lagi maha penyayang yang selalu menguatkan hambanya ketika pertolongan dan membuat segala sesuatu menjadi bermakna dalam penyusunan tugas akhir ini
2. Bapak Zamzami Septiropa, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Lintang Satiti Mahabella ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ir. Ratna Akiefnawati, MS., selaku Ibunda penulis dan Gena Jasminea Girsang selaku saudara penulis yang selalu memberikan penulis semangat dan motivasi untuk menunaskan segala masalah yang dihadapi penulis.
5. Prof. Dr. Meine van Noordwijk, selaku paman dan Prof. Dr. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph. D, selaku bibi penulis yang senantiasa membagikan ilmu penelitian dan penulisan, yang sangat mendukung untuk penulis dalam menyusun tugas akhir ini dan menjadi orang tua penulis di Malang.
6. Keluarga besar Nero Suro Penantang yang tidak dapat penulis sebutkan satu

persatu, yang memberi semangat penulis.

7. Mas Hilqim Tsabitul Azmi Arba'i, S.T, yang telah memperkenalkan, membimbing, dan mengajari ilmu tentang BIM kepada penulis.
8. Mas Hafizh Nurissalman. S.T., mas Nova Pradana, S.T., Muhammad Reyhan Yoda Islamey, S.T., dan Dinun Ahmad Arzana, S.T. yang telah menerima dan bersedia berdiskusi dengan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Aning Taurina Aswan, S.T., Dyah Aprilia, S. Akun, Eci Destria Anisa, Ivan Galih Prasetyo, S.T, Siti Meita Ayuning Bariroh, S.T, yang selalu memberikan dukungan dalam setiap keputusan yang penulis ambil serta arti berteman yang sebenarnya.
10. Keluarga Besar LSO Surya Team yang selalu menjadi rumah bagi penulis dalam berproses dan tempat untuk berbagi ilmu di bidang keteknikan.
11. Bapak Ir. Bambang Supriyono selaku *Project Manager*, Mas Anugerah Mulia Rahmat, S.T. selaku pembimbing lapangan PKN penulis, serta seluruh jajaran staf kontraktor PT. Santoso Shafanara Graha pada proyek Gedung FKG Universitas Brawijaya Tahap I yang bersedia untuk memberikan ilmu dan materi untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
12. Mutia Putri Anggraini, S.Tr.Kes(An) yang selalu menjadi api bara semangat penulis. Selalu mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta selalu bersedia untuk berdiskusi dengan penulis.
13. Terakhir, terima kasih untuk saya sendiri Nager Alfanovansyah Girsang yang suka akan pengalaman baru dan yang apa adanya.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangsih bagi kemajuan pemahaman mengenai topik *Building Information Modeling* (BIM) dunia konstruksi di Indonesia. Kritik, saran, dan pertanyaan dapat penulis terima demi kesempurnaan Tugas Akhir ini melalui email n.alfanovansyah@gmail.com.

Malang, 13 Mei 2025

Nager Alfanovansyah Girsang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas penggunaan Building Information Modeling (BIM) dalam perencanaan volume pekerjaan struktural, dibandingkan dengan metode konvensional yang selama ini digunakan, yaitu Bill of Quantity (BoQ). Studi kasus dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Tahap I di Kota Malang, Jawa Timur. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis data komputasi proyek. Data teknis yang dikumpulkan mencakup lokasi proyek, layout, informasi umum proyek, gambar Detail Engineering Drawing (DED), dan Bill of Quantity (BoQ). Pemodelan 3D dilakukan menggunakan software Autodesk Revit 2025 untuk menghasilkan data volume pekerjaan struktural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume beton yang dihasilkan dari aplikasi Revit adalah 4922.628 m³, dengan volume pembesian sebesar 863476.087 kg. Dibandingkan dengan metode konvensional, sistem BIM menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dengan persentase perencanaan volume beton 1.47% dan volume penulangan 6.58% lebih kecil. Penggunaan BIM dalam perencanaan volume pekerjaan struktural memberikan hasil yang lebih akurat dan mengurangi kesalahan perhitungan, sehingga mendukung kelancaran proyek konstruksi.

Kata Kunci: *Building Information Modeling, Bill of Quantity, volume pekerjaan struktural, efektivitas, Revit.*

ABSTRACT

This study aims to explore the effectiveness of using Building Information Modeling (BIM) in planning the volume of structural work, compared to the conventional method that has been used, namely the Bill of Quantity (BoQ). A case study was conducted on the construction project of the Faculty of Dentistry Building at Brawijaya University Phase I in Malang City, East Java. The methodology employed in this research is a quantitative approach with computational data analysis of the project. The technical data collected includes project location, layout, general project information, Detail Engineering Drawing (DED), and Bill of Quantity (BoQ). 3D Modeling was performed using Autodesk Revit 2025 software to generate structural work volume data. The research findings indicate that the concrete volume produced by the Revit application is 4922.628 m³, with a reinforcement volume of 863476.087 kg. Compared to conventional methods, the BIM system demonstrates higher effectiveness, with a planning volume percentage of 1.47% for concrete and 6.58% for reinforcement being smaller. The use of BIM in planning the volume of structural work provides more accurate results and reduces calculation errors, thus supporting the smooth running of construction projects.

Keywords: *Building Information Modeling, Bill of Quantity, structural work volume, effectiveness, Revit.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN LOLOS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat.....	3
1.4.1 Manfaat untuk Akademik	3
1.4.2 Manfaat untuk Pribadi Penulis	4
1.4.3 Manfaat untuk Institusi.....	4
1.4.4 Manfaat untuk Masyarakat.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Proyek.....	6
2.2. Manajemen Proyek.....	6
2.3. Pekerjaan Struktur	8
2.3.1. Jenis Pekerjaan Struktur	8
2.3.2. Komponen Struktur Bangunan.....	8
2.4. <i>Bill of Quantity</i> (BoQ).....	10
2.5. <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	12
2.5.1. Sejarah <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	12
2.5.2. Karakteristik dan Prinsip <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	13

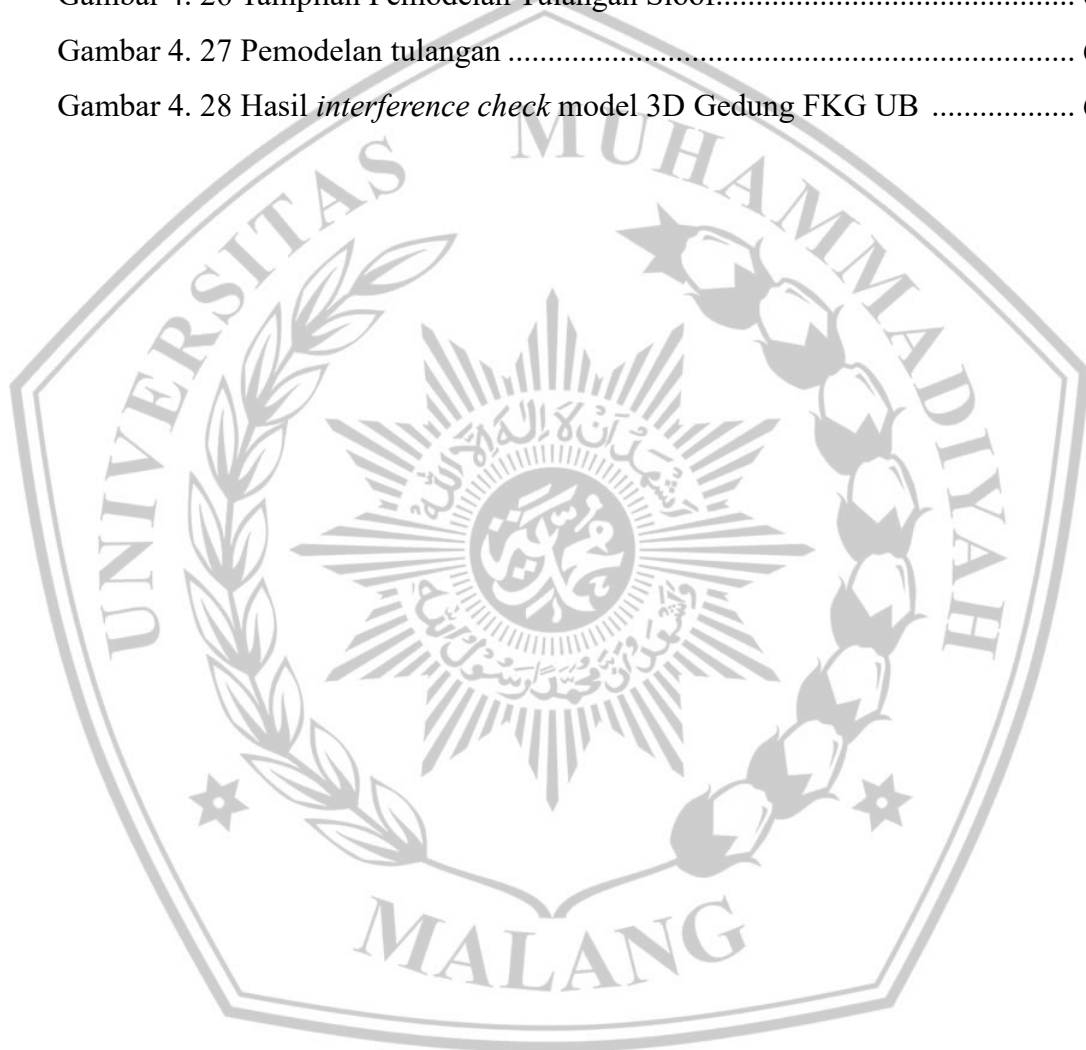
2.5.3.	Manfaat <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	16
2.5.4.	Dimensi <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	19
2.5.5.	Software <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	23
2.6.	Autodesk Revit.....	25
2.6.1.	Kelebihan Autodesk Revit.....	25
2.6.2.	Pemodelan dan Cara Kerja Autodesk Revit	27
2.7.	<i>Quantity Take Off</i> (QTO).....	27
2.8.	Efektivitas.....	29
2.9.	Penelitian Sebelumnya	31
BAB III METODE PENELITIAN		32
3.1.	Jenis Penelitian	32
3.2.	Objek Penelitian	32
3.3.	Data Teknis Penelitian.....	32
3.4.	Prosedur Penelitian.....	32
3.4.1	Pemodelan 3D	34
3.4.2	Pengukuran Efektivitas	35
3.5.	Analisis Hasil dan Pembahasan.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Gambaran Umum Proyek.....	37
4.2	Data Teknis Proyek	38
4.2.1.	Data Kuantitatif.....	38
4.2.2.	Data <i>Detail Engineering Drawing</i> (DED)	39
4.3	Analisis Data Kuantitatif.....	41
4.4	Pemodelan 3D (Autodesk Revit 2025).....	41
4.4.1	Menjalankan <i>Software</i> Autodesk Revit 2025	42
4.4.2	Menyesuaikan <i>Project Units</i>	43
4.4.3	Import As Built Drawing ke Revit	44
4.4.4	Grid dan Level.....	45
4.4.5	<i>Modeling</i> Kolom	46
4.4.6	<i>Modeling</i> Balok.....	47
4.4.7	<i>Modeling</i> Plat	48

4.4.8	<i>Modeling Shear wall</i>	49
4.4.9	<i>Modeling Fondasi</i>	50
4.4.10	Analisis Perhitungan Volume Beton.....	53
4.5	Clash Detection (Autodesk Revit 2025).....	54
4.6	Pemodelan Tulangan Komponen Gedung.....	56
4.6.1.	Membuat Potongan	56
4.6.2.	Mempersiapkan Gambar Acuan Detail Tulangan	58
4.6.3.	Pemodelan Tulangan	58
4.7	Rekapitulasi Hasil Permodelan 3D	61
4.8	Perbandingan Quantity BIM terhadap Quantity Konvensional	61
4.8.1	Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Fondasi.....	61
4.8.2	Perbandingan Volume Pekerjaan Sloof	62
4.8.3	Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Kolom	62
4.8.4	Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Balok.....	63
4.8.5	Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Pelat	63
4.8.6	Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Dinding Struktur	64
4.8.7	Perbandingan Volume Pekerjaan Penulangan	64
4.9	Pembahasan	65
4.9.1	Perhitungan Volume	65
4.9.2	Pemodelan Tulangan	66
4.9.3	Analisis Efektivitas	67
BAB V KESIMPULAN		70
5.1.	Kesimpulan.....	70
5.2.	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Multi dimensi penerapan BIM	19
Gambar 2. 2 Pemodelan 3D (<i>3D Model</i>)	20
Gambar 2. 3 Pemodelan 4D (<i>Time/Scheduling</i>)	21
Gambar 2. 4 Pemodelan D5 (Estimasi Biaya)	21
Gambar 2. 5 Pemodelan 6D (<i>Energy analysis</i>)	22
Gambar 2. 6 <i>Clash Detection</i>	22
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pemodelan 3D	34
Gambar 4. 1 Lokasi proyek pembangunan Fakultas Kedokteran Gigi UB.....	37
Gambar 4. 2 Homepage Revit 2025	42
Gambar 4. 3 Opsi <i>Template</i> Revit 2025	42
Gambar 4. 4 Tampilan awal pada <i>Structural Template</i> Revit 2025	43
Gambar 4. 5 <i>Project Units Settings</i> Revit 2025	44
Gambar 4. 6 Grid pada Revit 2025	45
Gambar 4. 7 Level pada Revit 2025	46
Gambar 4. 8 Pemodelan 3D Kolom pada Revit 2025	47
Gambar 4. 9 Pemodelan 3D Balok.....	48
Gambar 4. 10 Pemodelan 3D Plat	49
Gambar 4. 11 Pemodelan 3D <i>Shear Wall</i>	50
Gambar 4. 12 Tampilan Awal Software Autodesk Revit 2025.....	51
Gambar 4. 13 Modeling Family Fondasi	52
Gambar 4. 14 Pemodelan 3D Fondasi pada Model Gedung.....	52
Gambar 4. 15 Hasil Pemodelan 3D Struktur Gedung.....	53
Gambar 4. 16 Tampilan Menu Interference Check	55
Gambar 4. 17 Hasil Interference Check.....	55
Gambar 4. 18 Penempatan Building Section	56
Gambar 4. 19 Tampak Detail Memanjang Balok.....	57
Gambar 4. 20 Tampak Potongan Balok	57
Gambar 4. 21 Detail Potongan Memanjang Balok B-2A	58

Gambar 4. 21 Detail Potongan Memanjang Balok B-2A	58
Gambar 4. 22 Detail Tulangan Balok B-2A.....	58
Gambar 4. 23 Tampilan Pilihan Tulangan.....	59
Gambar 4. 24 Pengaturan Pemodelan Sengkang	59
Gambar 4. 25 Tampilan Pemodelan Sengkang	60
Gambar 4. 26 Tampilan Pemodelan Tulangan Sloof.....	60
Gambar 4. 27 Pemodelan tulangan	67
Gambar 4. 28 Hasil <i>interference check</i> model 3D Gedung FKG UB	69



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Software BIM dan Fungsi Utama.....	24
Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya	31
Tabel 4. 1 Spesifikasi Fondasi.....	39
Tabel 4. 2 Spesifikasi Kolom	39
Tabel 4. 3 Spesifikasi Balok.....	40
Tabel 4. 4 Spesifikasi <i>Sloof</i>	40
Tabel 4. 5 Spesifikasi <i>Shear Wall</i> dan Pelat.....	41
Tabel 4. 6 Contoh Perhitungan Volume	53
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Permodelan BIM 3D.....	61
Tabel 4. 8 Perbandingan Volume Beton Fondasi	61
Tabel 4. 9 Perbandingan Volume Beton Sloof	62
Tabel 4. 10 Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Kolom	62
Tabel 4. 11 Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Balok.....	63
Tabel 4. 12 Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Pelat	63
Tabel 4. 13 Perbandingan Volume Pekerjaan Beton Dinding Struktur	64
Tabel 4. 14 Perbandingan Volume Pekerjaan Penulangan	64
Tabel 4. 15 Rekapitulasi selisih volume pekerjaan beton antara BIM dan Eksisting	66
Tabel 4. 16 Tabel persentase selisih volume perencanaan BIM terhadap BOQ....	68

DAFTAR PUSTAKA

- Adipratama, M. H., & Khatimi, H. (2022). Comparison of the Effectiveness of Building Information Modeling Based Cost Estimation Against the Contractor's Cost Budget Plan in Development Project of Banjarbaru Bauntung Market. *Cerucuk*, 6(2), 97. <https://doi.org/10.20527/crc.v6i2.5832>
- Ariestadi, D. (2008). *Teknik Struktur Bangunan*.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building Information Modeling (BIM): Now and Beyond. *Australian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 18–28. <https://doi.org/10.3316/informat.013120167780649>
- Cooperative Research Centre for Construction Innovation. (2007). *Adopting BIM for facilities management* (Vol. 1).
- Farhana, A., & Abma, V. (2022). Implementasi Konsep BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur Proyek Gedung. Dalam *Jurnal Rab Contruction Research* (Vol. 7, Nomor 2). <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic>
- Hardin, B., & Mc Cool, D. (2009). *BIM and Construction Management* (Vol. 2).
- Huzaini, S. (2021). Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) 3d Dalam Mendukung Pengestimasi Biaya Pekerjaan Struktur.
- Laily, F. N., Husni, H. R., & Bayzoni, B. (2021). Perbandingan Perhitungan BoQ Dengan Menggunakan Revit 2019 Terhadap Perhitungan BoQ Dengan Menggunakan Metode Konvensional Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus: Gedung G Fakultas Pertanian Universitas Lampung). Dalam *Rekayasa Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i2.30>
- Marizan, Y., Purwanto, S., & Yunanda, M. (2019a). Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 9(1), 61–75.
- Nur Dhou, Y., Susanto, A., Yani tromol Pos, J. A., Kartasura, K., Sukoharjo, K., & Tengah, J. (t.t.). *Analisis Perbandingan Perhitungan Metode Konvensional dan Building Information Modelling (BIM) terhadap Volume serta Biaya Pekerjaan Konstruksi*.

- 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>
- Pradana, V. A., & Jakaria, R. B. (2020). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Gula Menggunakan Metode EOQ Dan Just in Time. *Bina Teknika*, 16(1), 43. <https://doi.org/10.54378/bt.v16i1.1816>
- PUPR. (2005). Spesifikasi Struktur Bangunan Gedung.
- PUPR. (2018). Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia.
- Purba, S. E., Diandra, N., & Feng, C.-W. (2022). Journal of Civil Engineering Employing the BIM-Based Approach to Analyze and Improve The Quality of Detail Construction Cost Estimation According to NRM 2 And SMPI. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(2), 75–83.
- Putri, T., I, A., Ketut Sucita, I., & Yanuarini, E. (2022). PERBANDINGAN BOQ TULANGAN ANTARA METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM APARTEMEN “X.” Dalam *JANUARI* (Vol. 21, Nomor 1).
- Tatt Soon, L., Syuen Wong, L., Aishah Kamarazaly, M., Chang Saar, C., & Sheikh Ilmi, H. (2024). Comparison of BIM-Based Quantities Take-Off In Quantity Surveying Profession. Dalam *Journal of the Malaysian Institute of Planners* (Vol. 22).
- Tigauw, F. M., Aprilianto, F., & Santoso, H. T. (2023). Analisa Perhitungan Quantity Material Take-Off (QMTO) Struktur Bawah Jembatan Tipe Skew dengan Menggunakan BIM Autodesk Revit. *Jurnal Inovasi Konstruksi*, 2(2), 58–65. <https://doi.org/10.56911/jik.v2i2.44>
- Tjell, J. (2010). *Building Information Modeling (BIM)-in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems*.
- Tokla, S., & Subsomboon, K. (2020). Bim-Based Simplified Approach To Automatically Estimate Building Costs For Projects In Thailand. *International Journal of GEOMATE*, 18(68), 101–107. <https://doi.org/10.21660/2020.68.5777>

- Travis, K., Martina, N., Teknik Sipil, J., & Negeri Jakarta, P. (2021). *Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol "X."* 2(2), 23–31. <http://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>
- 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). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2), 1245. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.3994>
- Wahab, A., & Wang, J. (2021). Factors-Driven Comparison Between BIM-based and Traditional 2D Quantity Takeoff in Construction Cost Estimation. *Engineering Construction & Architectural Management*, 29(2), 702–715. <https://doi.org/10.1108/ecam-10-2020-0823>
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Kontruksi*.
- Zain, H. A., Mulyono, B., & Sudiby, G. H. (2022). Analisis Perbandingan Efektifitas Metode Konvensional dan BIM pada Elemen Struktur Beton (Studi Kasus Gedung Pelayanan Pendidikan Fisip Unsoed). *Jurnal Disprotek*, 13(1), 37–44. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>
- Zakaria Rugas, Waluyo, R., & Almuntofa Purwantoro. (2024). Analisis Quantity Take Off Dengan Metode Building Information Modeling Pada Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Palangka Raya. *JURNAL SAINTIS*, 24(01), 29–38. [https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24\(01\).16561](https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24(01).16561)