

**Analisis Perhitungan Quantity Take Off Struktur Jembatan Beton Bertulang
Menggunakan Metode BIM (Revit)
(Studi Kasus: Jembatan Ruas Batu Panjang – Pangkalan Nyirih, Kecamatan Rupert)**

Nadia Sahira¹, Dedi Enda²

^{1,2}Program Studi Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri
Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

*Email Korespondensi: nadiasahira225@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted 02-07-2026

Received 07-07-2026

Published 12-07-2026

Keywords:

Quantity Take Off; Building
Information Modeling;

Autodesk Revit, Reinforced
Concrete Bridge; Accuracy;
Efficiency.

ABSTRACT

The development of Building Information Modeling (BIM) provides an effective alternative for Quantity Take Off (QTO) calculations in reinforced concrete bridge construction. Conventional QTO methods based on two-dimensional drawings are prone to human error and require considerable time. This study analyzes the QTO results of the reinforced concrete structure of the Batu Panjang–Pangkalan Nyirih Bridge, Rupert District, using Autodesk Revit, compares them with conventional calculations, and evaluates their accuracy through percentage error and Root Mean Square Error (RMSE). A quantitative comparative approach was employed by modeling the bridge structure in Autodesk Revit and calculating gross concrete volume, reinforcement volume, and net concrete volume for the box culvert, abutment, wing wall, and loneng components. The results indicate strong agreement between the two methods, with an average percentage error of 0.028% for concrete and 1.247% for reinforcement. The RMSE values were 0.032% and 1.374%, respectively. The main differences were found in reinforcement calculations because Autodesk Revit models reinforcement details more precisely, including bar lengths and bends. These findings demonstrate that BIM-based QTO using Autodesk Revit is a reliable, accurate, and efficient alternative to conventional methods.

ASBTRAK

Perkembangan Building Information Modeling (BIM) memberikan alternatif yang lebih efektif dalam perhitungan Quantity Take Off (QTO) pada konstruksi jembatan beton bertulang. Metode konvensional yang masih mengandalkan gambar kerja dua dimensi rentan terhadap kesalahan perhitungan dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Penelitian ini bertujuan menganalisis hasil QTO struktur beton bertulang Jembatan Batu Panjang–Pangkalan Nyirih, Kecamatan Rupert, menggunakan Autodesk Revit, membandingkannya dengan metode konvensional, serta mengevaluasi tingkat akurasi melalui persentase kesalahan dan Root Mean Square Error (RMSE). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif dengan membangun model tiga dimensi di Autodesk Revit dan menghitung volume beton kotor, volume tulangan, serta volume beton bersih pada komponen box culvert,

abutment, wing wall, dan loneng. Hasil penelitian menunjukkan kesesuaian yang tinggi antara kedua metode, dengan rata-rata persentase kesalahan sebesar 0,028% untuk volume beton dan 1,247% untuk volume tulangan. Nilai RMSE masing-masing sebesar 0,032% dan 1,374%. Perbedaan utama terdapat pada perhitungan tulangan karena Autodesk Revit mampu memodelkan detail tulangan secara lebih presisi. Dengan demikian, metode BIM berbasis Autodesk Revit terbukti akurat, andal, dan efisien sebagai alternatif perhitungan QTO.

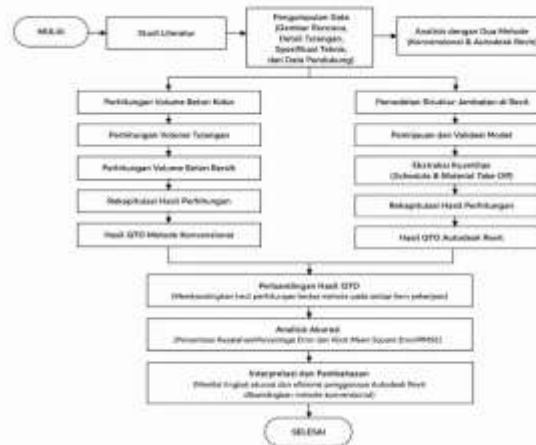
PENDAHULUAN

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam proses Quantity Take Off (QTO), sebagian besar penelitian masih berfokus pada bangunan gedung atau hanya mengevaluasi sebagian elemen struktur jembatan, seperti struktur bawah maupun struktur atas secara terpisah. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya membandingkan hasil perhitungan BIM dengan metode konvensional berdasarkan selisih volume tanpa menggunakan ukuran kuantitatif yang lebih komprehensif untuk mengevaluasi tingkat akurasi. Penggunaan indikator statistik seperti *percentage error* dan *Root Mean Square Error* (RMSE) dalam penilaian akurasi hasil QTO pada struktur jembatan beton bertulang di Indonesia masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) pada tiga aspek utama. Pertama, penelitian ini melakukan evaluasi Quantity Take Off terhadap **seluruh** elemen struktur beton bertulang jembatan secara terintegrasi menggunakan Autodesk Revit, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada elemen tertentu. Kedua, penelitian ini tidak hanya membandingkan hasil perhitungan BIM dengan metode konvensional, tetapi juga mengukur tingkat akurasi menggunakan dua indikator kuantitatif, yaitu *percentage error* dan *Root Mean Square Error* (RMSE), sehingga menghasilkan evaluasi yang lebih objektif dan terukur. Ketiga, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa kerangka evaluasi yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menilai efektivitas penerapan BIM pada proses Quantity Take Off proyek jembatan beton bertulang, khususnya pada konteks proyek konstruksi di Indonesia.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil perhitungan Quantity Take Off seluruh struktur beton bertulang menggunakan Autodesk Revit, bagaimana perbedaan hasil perhitungan antara metode BIM berbasis Autodesk Revit dengan metode konvensional, serta bagaimana tingkat akurasi dan efisiensi penggunaan Autodesk Revit dalam proses perhitungan kuantitas pekerjaan struktur jembatan beton

bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil Quantity Take Off menggunakan Autodesk Revit, membandingkannya dengan metode konvensional, serta mengevaluasi tingkat akurasi dan efisiensi melalui analisis *percentage error* dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Kontribusi ilmiah penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai evaluasi akurasi Quantity Take Off berbasis BIM pada struktur jembatan beton bertulang, sekaligus menyediakan dasar empiris bagi pengembangan metode estimasi kuantitas yang lebih akurat, efisien, dan dapat diandalkan dalam praktik konstruksi.



Gambar 1. Flowchart

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan komparatif untuk menganalisis perbedaan hasil Quantity Take Off (QTO) antara metode Building Information Modeling (BIM) berbasis Autodesk Revit dan metode konvensional pada struktur beton bertulang. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan kuantitas pekerjaan yang diperoleh dari kedua metode untuk mengetahui tingkat akurasi penerapan BIM pada proyek jembatan seperti pada Gambar 1.

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data primer dan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan berupa gambar rencana, data teknis, serta spesifikasi jembatan. Tahap berikutnya adalah pemodelan struktur, yaitu pembuatan model struktur jembatan beton bertulang menggunakan Autodesk Revit berdasarkan data perencanaan yang tersedia. Setelah pemodelan selesai, dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan volume dan Quantity Take Off yang diperoleh. Hasil analisis disajikan dalam bentuk uraian deskriptif dan visual berupa gambar guna memberikan gambaran yang jelas serta mendukung pencapaian tujuan penelitian. Tahap akhir berupa penarikan kesimpulan dan penyusunan saran sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.



Penelitian ini dilaksanakan pada Jembatan Ruas Batu Panjang–Pangkalan Nyirih yang berlokasi di Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Objek penelitian meliputi seluruh elemen struktur beton bertulang jembatan yang dimodelkan menggunakan Autodesk Revit dan dianalisis melalui proses Quantity Take Off.

Gambar 2. Lokasi penelitian

Dalam proses penelitian, digunakan beberapa alat pendukung berupa handphone, laptop, dan alat tulis. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Autodesk Revit, Microsoft Word, dan Microsoft Excel. Bahan penelitian berupa dokumen perencanaan Jembatan Ruas Batu Panjang–Pangkalan Nyirih, Kecamatan Rupert, yang digunakan sebagai dasar pengembangan model struktur, perencanaan penulangan, serta perhitungan Quantity Take Off secara konvensional.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pemodelan struktur jembatan beton bertulang menggunakan Autodesk Revit serta hasil perhitungan Quantity Take Off yang diperoleh langsung dari model BIM. Data sekunder berupa gambar rencana (shop drawing), data teknis jembatan, spesifikasi teknis, Rencana Anggaran Biaya (RAB) apabila tersedia, serta standar dan peraturan yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) dan spesifikasi Bina Marga. Data sekunder yang digunakan meliputi data gambar AutoCAD, as built drawing, rekapitulasi RAB dan time schedule, serta spesifikasi teknis.

Sumber data diperoleh dari dokumen perencanaan proyek jembatan, instansi terkait seperti PUPR Kabupaten Bengkalis, serta literatur pendukung berupa buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Building Information Modeling (BIM) dan Quantity Take Off.

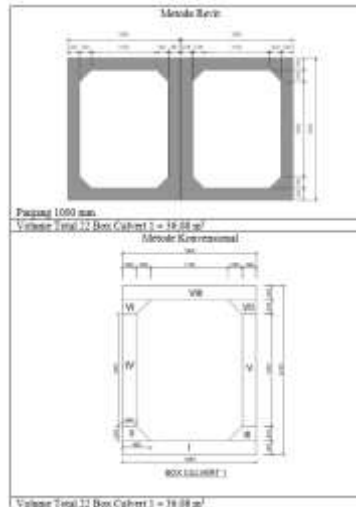
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perhitungan Volume Beton Kotor Menentukan volume beton Box Culvert

Rumus volume:

$$\begin{aligned} V &= n \times (A \times L) \\ &= 22 \times (1,64 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}) \\ &= 36,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 1. Volume Box Culvert



Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan kedua metode, diperoleh volume komponen Box Culvert pada metode konvensional sebesar 36,08 m³, sedangkan pada metode Revit sebesar 36,08 m³.

Analisis Perhitungan Volume Tulangan

Pada subbab ini dilakukan analisis volume tulangan menggunakan dua metode, yaitu metode konvensional dan Building Information Modeling (BIM) dengan bantuan Autodesk Revit. Perhitungan metode konvensional mengacu pada data penulangan pada gambar Detail Engineering Design (DED) Jembatan Ruas Batu Panjang–Pangkalan Nyirih. Analisis dilakukan pada komponen abutment, wing wall, loneng, serta box culvert tipe 1, 2, 4, 5, 6, dan 7.

tulangan sebesar 0.91 m³.

Analisis Perhitungan Volume Beton Bersih

Analisis perhitungan volume beton bersih dilakukan untuk mengetahui besarnya volume beton efektif pada setiap elemen struktur jembatan. Volume beton bersih merupakan volume beton aktual setelah dikurangi volume tulangan yang terdapat di dalam elemen struktur beton bertulang. Pada penelitian ini, komponen yang dianalisis meliputi box culvert, abutment, wing wall, dan loneng. Perhitungan dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode konvensional dan Building Information Modeling (BIM) dengan bantuan Autodesk Revit.

Pada metode konvensional, volume beton bersih diperoleh dari selisih antara volume beton kotor dan volume tulangan pada setiap elemen struktur. Sementara itu, pada metode BIM, volume beton bersih diperoleh dari model tiga dimensi yang telah dibuat pada Autodesk Revit, sehingga data volume beton dan volume tulangan dapat dihitung secara otomatis. Penggunaan BIM membuat proses perhitungan lebih cepat, terintegrasi, serta mengurangi kemungkinan terjadinya human error. Perbedaan volume beton bersih pada setiap elemen dipengaruhi oleh dimensi struktur, bentuk geometri, serta jumlah dan diameter tulangan yang digunakan.

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung volume beton bersih pada komponen Box Culvert 1 adalah:

$$\begin{aligned} V(B.i) &= V(K.i) - V(T.i) \\ &= 36,08 \text{ m}^3 - 0,91 \text{ m}^3 \\ &= 35,17 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4. Rekapitulasi Beton Bersih Konvensional

Komponen	Metode Konvensional		
	Volume Beton Kotor (m ³)	Volume Tulangan (m ³)	Volume Beton Bersih (m ³)
Box Culvert 1	36.08	0.91	35.17
Box Culvert 2	31.68	0.73	30.95
Box Culvert 4	10.4	0.25	10.15
Box Culvert 5	16.4	0.42	15.98
Box Culvert 6	14.56	0.34	14.22
Box Culvert 7	10.4	0.25	10.15
Abutment + Wing Wall + Loneng	112.46	1.21	111.25
<i>Sumber: Hasil olahan data penelitian 2026</i>			
Komponen	Metode Autodesk Revit		
	Volume Beton Kotor (m ³)	Volume Tulangan (m ³)	Volume Beton Bersih (m ³)
Box Culvert 1	36.08	0.91	35.17
Box Culvert 2	31.68	0.71	30.97
Box Culvert 4	10.4	0.25	10.15
Box Culvert 5	16.4	0.41	15.99
Box Culvert 6	14.56	0.34	14.22
Box Culvert 7	10.4	0.25	10.15
Abutment + Wing Wall + Loneng	112.46	1.22	111.24
<i>Sumber: Hasil olahan data penelitian 2026</i>			

Tabel di atas menyajikan perbandingan volume beton bersih berdasarkan metode konvensional dan Building Information Modeling (BIM) pada setiap komponen struktur.

Berdasarkan hasil perhitungan, volume beton bersih pada box culvert 1 sebesar 35,17 m³ pada kedua metode, box culvert 2 sebesar 30,95 m³ pada metode konvensional dan 30,97 m³ pada metode BIM, box culvert 4 sebesar 10,15 m³ pada kedua metode, box culvert 5 sebesar 15,98 m³ pada metode konvensional dan 15,99 m³ pada metode BIM, box culvert 6 sebesar 14,22 m³ pada kedua metode, box culvert 7 sebesar 10,15 m³ pada kedua metode, serta abutment + wing wall + loneng sebesar 111,25 m³ pada kedua metode. Perbedaan volume beton bersih pada setiap elemen dipengaruhi oleh dimensi struktur dan jumlah tulangan pada masing-masing komponen. Secara keseluruhan, hasil perbandingan menunjukkan bahwa volume beton bersih antara metode konvensional dan BIM memiliki nilai yang sangat berdekatan dengan selisih yang relatif kecil pada beberapa komponen, sehingga menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi antara kedua metode dalam perhitungan volume beton bersih.

Akurasi Uji

Pengujian akurasi perhitungan Quantity Take Off (QTO) pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan menggunakan metode konvensional dan metode Building Information Modeling (BIM) berbantuan Autodesk Revit. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian, kesesuaian hasil, serta besarnya deviasi dari kedua metode pada setiap elemen struktur jembatan.

Perbandingan dilakukan terhadap volume pekerjaan yang meliputi volume beton kotor, volume tulangan, dan volume beton bersih. Nilai deviasi diperoleh dari selisih hasil perhitungan antara metode BIM dan metode konvensional, sedangkan persentase kesalahan digunakan untuk mengetahui tingkat perbedaan hasil terhadap metode acuan.

Dalam penelitian ini, metode konvensional dijadikan sebagai dasar pembanding karena masih umum digunakan dalam perhitungan kuantitas pekerjaan konstruksi. Sementara itu, metode BIM digunakan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi dan akurasi perhitungan berbasis model digital tiga dimensi. Semakin kecil nilai deviasi dan persentase kesalahan, maka semakin tinggi tingkat kesesuaian hasil perhitungan kedua metode.

Tabel 5. Perbandingan dan Uji Akurasi Volume

No	Komponen	QTO				QTO			
		Konvensional		Deviasi (m ³)	Error (%)	Konvensional		Deviasi (m ³)	Error (%)
		Beton bersih	Beton bersih			Tulangan	Tulangan		
1	Box Culvert 1	35.169	35.170	0.001	0.002	0.911	0.910	0.001	0.004
2	Box Culvert 2	30.955	30.970	0.015	0.049	0.725	0.710	0.015	2.089
3	Box Culvert 4	10.154	10.150	0.004	0.035	0.246	0.250	0.004	1.452
4	Box Culvert 5	15.985	15.990	0.005	0.034	0.415	0.410	0.005	1.297
5	Box Culvert 6	14.215	14.220	0.005	0.035	0.345	0.340	0.005	1.446
6	Box Culvert 7	10.154	10.150	0.004	0.035	0.246	0.250	0.004	1.452
7	Abutment + Wing Wall + Loneng	111.247	111.240	0.007	0.006	1.209	1.220	0.011	0.927
	Total			0.040	0.196			0.044	8.728

Sumber: Hasil olahan data penelitian 2026

Berdasarkan Tabel 5, hasil perbandingan volume antara metode konvensional dan BIM menunjukkan adanya perbedaan nilai pada masing-masing komponen struktur, baik untuk volume beton maupun volume tulangan. Namun, nilai deviasi yang dihasilkan tergolong kecil sehingga persentase kesalahan pada sebagian besar elemen masih berada pada batas yang

rendah.

Perbedaan hasil perhitungan dipengaruhi oleh tingkat ketelitian analisis volume. Pada metode BIM menggunakan Autodesk Revit, setiap elemen struktur dimodelkan secara tiga dimensi dengan detail lebih lengkap sehingga perhitungan volume dapat dilakukan secara otomatis dan lebih presisi. Sebaliknya, metode konvensional masih bergantung pada perhitungan manual berdasarkan interpretasi gambar kerja dua dimensi, sehingga potensi kesalahan pembacaan gambar, pembulatan angka, dan human error lebih besar.

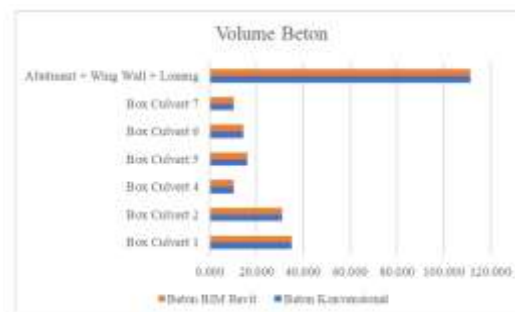
Tabel 6. Rekapitulasi Uji Akurasi

Parameter	QTO	
	Beton	Tulangan
Rata-rata Error (%)	0.028	1.247
RMSE (m3)	0.007	0.008
RMSE(%)	0.032	1.374

Sumber: Hasil olahan data penelitian 2026

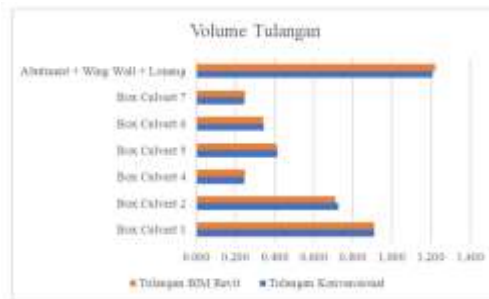
Berdasarkan Tabel 6, diperoleh rata-rata persentase kesalahan pada volume beton sebesar 0,028%, sedangkan pada volume tulangan sebesar 1,247%. Hasil ini menunjukkan bahwa selisih perhitungan antara metode konvensional dan BIM menggunakan Autodesk Revit relatif kecil, meskipun deviasi pada volume tulangan lebih besar dibandingkan volume beton.

Hasil analisis juga menunjukkan nilai Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,032% untuk volume beton dan 1,374% untuk volume tulangan. Nilai RMSE yang rendah dan mendekati nol menunjukkan bahwa tingkat penyimpangan hasil perhitungan antara kedua metode tergolong kecil, sehingga metode BIM memiliki tingkat akurasi dan konsistensi yang baik dalam proses Quantity Take Off dibandingkan metode konvensional.



Gambar 3. Perbandingan Beton Metode Konvensional dan BIM (Revit)

Sumber: Olahan data penelitian 2026



Gambar 4. Perbandingan Tulangan Metode Konvensional dan BIM (Revit)

Sumber: Olahan data penelitian 2026

Berdasarkan hasil pengujian akurasi, dapat disimpulkan bahwa metode BIM memberikan tingkat akurasi yang tinggi terhadap metode konvensional, dengan tingkat kesalahan rata-rata berkisar antara 0,028% pada volume beton hingga 1,247% pada volume tulangan. Hasil ini menunjukkan bahwa metode BIM mampu menghasilkan perhitungan kuantitas yang sangat mendekati metode konvensional, sehingga dapat diandalkan sebagai metode alternatif yang akurat dalam proses Quantity Take Off struktur jembatan beton bertulang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Building Information Modeling* (BIM) dengan Autodesk Revit terbukti mampu menghasilkan perhitungan *Quantity Take Off* (QTO) struktur jembatan beton bertulang secara lebih sistematis, terintegrasi, akurat, dan efisien dibandingkan metode konvensional. Hasil perhitungan volume beton kotor, volume tulangan, dan volume beton bersih menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi antara kedua metode dengan deviasi yang relatif kecil. Perbedaan hasil perhitungan terutama terlihat pada volume tulangan karena metode BIM mampu menghitung detail tulangan secara lebih presisi, termasuk panjang aktual, bengkokan, dan tekukan tulangan. Secara keseluruhan, metode BIM dapat diandalkan sebagai alternatif yang efektif dalam mendukung proses perencanaan dan pengendalian kuantitas pada proyek konstruksi jembatan beton bertulang.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, objek kajian dapat diperluas pada elemen struktur jembatan lainnya, seperti girder atau pondasi, agar analisis perbandingan dapat dilakukan secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian berikutnya diharapkan dapat mengintegrasikan analisis estimasi biaya (RAB) dan penjadwalan berbasis BIM sehingga manfaat penerapan BIM pada proyek jembatan dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abma, V., Sulistyanoro, T. N., & Nugraheni, F. (2024). Exploration of BIM automatic quantity take off for contractor on bridge structural model.
- Adha, E. S., Bayzoni, B., Ashruri, A., & Husni, H. R. (2023). Penerapan building information

- modeling (BIM) dalam perbandingan quantity take off material pada jembatan Kecamatan Way Bungur Kabupaten Lampung Timur.
- 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.
- Demastio, F. (2024). Analisis perhitungan quantity take off menggunakan metode BIM (Revit) beton bertulang.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Farizah, D. (2024). Analisis perhitungan quantity take off menggunakan metode BIM (Revit) beton bertulang.
- Tigauw, F., et al. (2023). Analisis perhitungan quantity material take off (QMTO) struktur bawah jembatan tipe skew menggunakan metode BIM.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows* (2nd ed.). Wiley.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP)*.
- Nafiyah, R., & Martina, N. (2022). Analisis quantity take off pada pekerjaan struktur bawah jembatan.
- Setiawan, A., Fassa, F., & Kusuma, N. H. (2024). Analisis komparasi perhitungan volume pekerjaan struktur berdasarkan metode SPMI dan BIM (Autodesk Revit).
- Simatupang, F. J., et al. (2024). Quantity take off comparison using building information modelling (BIM) with Autodesk Revit software and traditional method.