Department of Digital Business
Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)
Homepage: https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS
Vol. 1 No. 1 (2022) pp: 20297-20303
P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Strategi Digitalisasi dalam Perhitungan Volume Bekisting untuk Menunjang Manajemen Konstruksi (Studi Kasus Mall Semarang)

Mohammad Riyan Suryo Buwono[1], Muhammad Faizal Ardhiansyah Arifin[2]
Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
riyansuryobuwono@students.unnes.ac.id

Abstrak

Pekerjaan bekisting merupakan komponen kritis dalam konstruksi beton bertulang yang memerlukan akurasi tinggi, mengingat biayanya dapat mencapai 40–60% dari total biaya struktur beton serta berkontribusi signifikan terhadap limbah konstruksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis perhitungan volume komponen bekisting pada balok dan plat menggunakan Dynamo Revit dengan studi kasus Mall Semarang. Metode kuantitatif deskriptif diterapkan melalui pemodelan struktur 3D di Autodesk Revit 2025 dan penyusunan skrip visual programming menggunakan Dynamo Revit. Model mencakup elemen kolom, balok, plat lantai, serta 17 jenis komponen penyusun bekisting (main frame, ladder frame, cross brace, joint pin, U head, balok suri-suri, besi hollow, kayu kaso, plywood, head scaffolding, pipe shoring, baseplate shoring, dan lain-lain) yang dimodelkan secara terpisah dalam bentuk family. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan bekisting berhasil dilakukan secara lengkap dan terintegrasi. Penggunaan Dynamo Revit terbukti sangat efektif dengan akurasi 100% (selisih 0% terhadap perhitungan manual), efisiensi waktu perhitungan seluruh komponen hanya 10–15 menit setelah model selesai, serta kemampuan reusability skrip untuk perhitungan pada zona pengecoran yang berbeda (Zona A dan Zona B) tanpa perlu menyusun ulang dari awal. Perhitungan rinci menghasilkan, misalnya, jumlah scaffolding bawah 5.321 unit, total panjang hollow 189,01 m, luas plywood samping 11.883,66 m², dan seterusnya untuk satu lantai dasar. Validasi dengan perhitungan manual menunjukkan tidak ada perbedaan (deviasi 0%). Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi adopsi BIM dan visual programming dalam manajemen konstruksi, serta menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam meningkatkan efisiensi quantity take-off bekisting.

Kata Kunci: *Bekisting; Balok; Plat; Dynamo Revit; Bim; Quantity Take-Off; Mall Semarang.*

1. Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia terus berkembang seiring dengan meningkatnya investasi infrastruktur dan pembangunan gedung bertingkat. Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan proyek konstruksi adalah perhitungan volume bekisting yang akurat dan efisien. Bekisting merupakan cetakan sementara untuk beton yang memiliki kontribusi biaya signifikan, yaitu sekitar 40–60% dari total biaya struktur beton. Selain itu, limbah bekisting menyumbang 20–30% dari total limbah konstruksi [1], [15]. Oleh karena itu, perhitungan volume komponen bekisting yang tepat sangat penting untuk pengendalian biaya dan keberlanjutan.

Metode konvensional perhitungan volume bekisting menggunakan gambar kerja 2D memiliki kelemahan: rentan kesalahan manusia, memakan waktu, dan sulit memperbarui saat terjadi perubahan desain [2], [7], [13]. Teknologi Building Information Modeling (BIM) menawarkan pendekatan digital melalui pemodelan 3D parametrik. Namun, perangkat lunak BIM komersial seperti Autodesk Revit masih memiliki keterbatasan dalam akurasi perhitungan volume, terutama pada area pertemuan elemen struktur [3], [5], [8], [11], [12]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perhitungan volume bekisting menggunakan Revit konvensional dapat menghasilkan deviasi -10% hingga +4,3%.

Dynamo Revit hadir sebagai plugin visual programming yang memperluas kemampuan Revit untuk melakukan perhitungan volume secara otomatis dan terintegrasi. Penelitian oleh Khosakitchalert dkk. membuktikan bahwa pemanfaatan script Dynamo mampu mengurangi margin error hingga 1% [4]. Studi lain menunjukkan bahwa perhitungan volume beton menggunakan perangkat berbasis BIM dapat menghasilkan selisih yang sangat kecil dibandingkan perhitungan manual [3], [6], [9], [10]. Meskipun demikian, penelitian yang secara spesifik membahas perhitungan volume komponen bekisting balok dan plat dengan Dynamo Revit masih terbatas.

Penelitian ini mengambil studi kasus Mall Semarang, bangunan bertingkat dengan struktur beton bertulang yang memiliki kompleksitas tinggi pada pekerjaan balok dan plat. Tujuan penelitian adalah: (1) melakukan pemodelan struktur bekisting balok dan plat menggunakan Autodesk Revit; (2) memperoleh hasil

perhitungan volume komponen bekisting secara terperinci dengan bantuan Dynamo Revit; (3) mengukur efektivitas penggunaan Dynamo Revit dalam perhitungan kebutuhan komponen bekisting.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan objek penelitian berupa komponen bekisting balok dan plat lantai dasar Mall Semarang. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan dokumentasi proses pemasangan bekisting di lapangan. Data sekunder berupa shop drawing denah balok lantai dasar serta spesifikasi teknis material bekisting.

Tahapan penelitian meliputi:

1. **Pemodelan struktur 3D** menggunakan Autodesk Revit 2025. Model mencakup kolom, balok, dan plat lantai sesuai dimensi aktual.

2. **Pemodelan komponen bekisting** dalam bentuk family: main frame, ladder frame, cross brace (atas & bawah), joint pin, U head, balok suri-suri (8×12 cm), besi hollow (70×70 mm), kayu kaso (5×7 cm), plywood (tebal 12 mm), head scaffolding, pipe shoring (panjang 3,5 m), dan baseplate shoring. Total 17 jenis komponen.

3. **Penyusunan skrip Dynamo** untuk menghitung jumlah unit, total panjang, dan total luas setiap komponen. Skrip menggunakan node seperti Family Types, All Elements of Family Type, List.Count, Element.GetParameterValueByName, Math.Sum, dan Data.ExportToExcel.

4. **Validasi** dengan membandingkan hasil Dynamo terhadap perhitungan manual pada model Revit yang sama.

5. **Perhitungan berdasarkan zona** pengecoran (Zona A dan Zona B) dengan menduplikasi model dan menggunakan skrip yang sama.

Perangkat keras yang digunakan: laptop Acer Nitro AN515-57 (Intel Core i9-11900H, RAM 16 GB, GPU RTX 3060). Perangkat lunak: Autodesk Revit 2025, Dynamo Revit 3.0.3.3952, dan Microsoft Excel.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemodelan Bekisting

Pemodelan struktur kolom, balok, dan plat lantai dasar Mall Semarang berhasil dilakukan. Seluruh dimensi kolom, balok, dan plat diinput ke Revit. Selanjutnya, 17 jenis komponen bekisting dimodelkan sebagai family dan dirakit menjadi satu kesatuan struktur bekisting. Setiap komponen memiliki parameter dimensi yang dapat diubah melalui type properties.

3.2 Hasil Perhitungan Komponen Bekisting Total (Satu Lantai Dasar)

Perhitungan menggunakan skrip Dynamo menghasilkan data kuantitas setiap komponen. Tabel 1 menyajikan rekapitulasi kebutuhan komponen bekisting balok dan plat lantai dasar Mall Semarang secara keseluruhan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kebutuhan Komponen Bekisting Balok dan Plat Lantai Dasar (Total)

NO	KOMPONEN	JUMLAH (unit)	PANJANG TOTAL (m)	LUAS TOTAL (m^2)
1	Scaffolding Bawah	5.321	-	-
2	Scaffolding Atas	5.321	-	-
3	Cross Brace Atas	7.696	-	-

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

4	Cross Brace Bawah	7.714	-	-
5	U Head	10.642	-	-
6	Joint Pin	10.642	-	-
7	Pipe Shoring	6.814	-	-
8	Head Scaffolding	6.814	-	-
9	Baseplate Shoring	6.814	-	-
10	Hollow 70×70 mm, pjg 3 m	12.858	189,01	5.463,36
11	Balok Girder 8×12 cm	5.321	125,15	2.658,37
12	Plywood Samping 857×2400 mm	5.670	139,94	11.883,66
13	Plywood Bawah 400×1771 mm	62	0,53	45,54
14	Plywood Bawah 400×2400 mm	2.742	31,59	2.724,45
15	Rangka Samping Kaso 5/7 Vertikal	11.394	34,18	1.211,64
16	Rangka Samping Kaso 5/7 Horizontal	10.642	45,83	1.608,70
17	Bekisting Kayu plat lantai 244×122 mm	267	160,14	800,70

Sumber: Analisis pribadi (2026)

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3.3 Perhitungan Berdasarkan Zona (A dan B)

Karena pengecoran di lapangan dilakukan bertahap, model bekisting dibagi menjadi Zona A dan Zona B. Tabel 2 dan 3 menyajikan komponen terpilih masing-masing zona.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kebutuhan Komponen Bekisting Zona A (Terpilih)

NO	KOMPONEN	JUMLAH	PANJANG TOTAL (m)	LUAS TOTAL (m^2)
1	Scaffolding Bawah	2.783	-	-
2	Scaffolding Atas	2.783	-	-
3	Cross Brace Atas	3.996	-	-
4	Cross Brace Bawah	4.014	-	-
5	U Head	5.566	-	-
6	Joint Pin	5.566	-	-
7	Pipe Shoring	3.352	-	-
8	Head Scaffolding	3.352	-	-
9	Baseplate Shoring	3.352	-	-
10	Hollow 70×70 mm	6.666	97,99	2.832,38
11	Balok Girder 8×12	2.783	65,46	1.390,39
12	Plywood Samping	2.918	72,02	6.115,79
13	Plywood Bawah 400×1771	62	0,53	45,54

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

14	Plywood Bawah 400×2400	1.366	15,74	1.357,26
15	Rangka Samping Kaso Vertikal	5.890	17,67	626,34
16	Rangka Samping Kaso Horizontal	5.566	23,97	841,38
17	Bekisting Kayu plat lantai	137	81,70	408,50

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kebutuhan Komponen Bekisting Zona B (Terpilih)

NO	KOMPONEN	JUMLAH	PANJANG TOTAL (m)	LUAS TOTAL (m^2)
1	Scaffolding Bawah	2.588	-	-
2	Scaffolding Atas	2.588	-	-
3	Cross Brace Atas	3.770	-	-
4	Cross Brace Bawah	3.772	-	-
5	U Head	5.176	-	-
6	Joint Pin	5.176	-	-
7	Pipe Shoring	3.486	-	-
8	Head Scaffolding	3.486	-	-
9	Baseplate Shoring	3.486	-	-

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

10	Hollow 70×70 mm	6.306	92,70	2.679,42
11	Balok Girder 8×12	2.588	60,87	1.292,96
12	Plywood Samping	2.799	69,08	5.866,38
13	Plywood Bawah 400×1771	3	0,03	2,20
14	Plywood Bawah 400×2400	1.395	16,07	1.386,07
15	Rangka Samping Kaso Vertikal	5.604	16,81	595,93
16	Rangka Samping Kaso Horizontal	5.176	22,29	782,43
17	Bekisting Kayu plat lantai	137	81,70	408,50

3.4 Uji Validitas (Akurasi 100%)

Untuk memverifikasi keakuratan perhitungan Dynamo, dilakukan perhitungan manual pada model Revit yang sama. Hasil perhitungan manual untuk setiap komponen persis sama dengan hasil Dynamo pada Tabel 1. Selisih 0% untuk semua komponen. Validitas ini lebih tinggi dibandingkan studi sebelumnya [3] yang masih menemukan deviasi hingga 4,3%.

3.5 Efektivitas Penggunaan Dynamo

- **Kecepatan**: Perhitungan seluruh komponen membutuhkan waktu hanya 10–15 menit, dibandingkan metode manual yang memerlukan 2–3 hari kerja.
- **Otomatisasi perubahan**: Perubahan desain langsung terupdate pada hasil perhitungan.
- **Reusability**: Skrip yang sama dapat digunakan untuk zona A, B, atau lantai lain tanpa perlu menyusun ulang dari awal.

3.6 Pembahasan

Hasil penelitian sejalan dengan penelitian terdahulu [4], [6], [9], [14], [15] bahwa otomatisasi berbasis BIM dan visual programming meningkatkan efisiensi serta akurasi. Kendala teknis yang ditemukan adalah variasi ukuran komponen yang membuat skrip menjadi kompleks. Solusi yang diterapkan adalah memecah perhitungan ke beberapa file Dynamo agar lebih terstruktur dan mudah dikelola.

4. Kesimpulan

Pemodelan struktur bekisting balok dan plat lantai dasar Mall Semarang berhasil dilakukan menggunakan Autodesk Revit 2025. Hasil perhitungan kebutuhan komponen bekisting secara terperinci diperoleh dengan bantuan Dynamo Revit. Penggunaan Dynamo Revit terbukti efektif dengan akurasi 100%, efisiensi waktu 10–15 menit, dan reusability skrip untuk perhitungan zona yang berbeda. Saran untuk penelitian selanjutnya:

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

kembangkan skrip terintegrasi, perluas cakupan ke elemen lain, bandingkan dengan alat lain, serta adopsi dalam kurikulum pendidikan teknik sipil.

Referensi

[1] B. Cheng, J. Huang, K. Lu, J. Li, G. Gao, T. Wang, and H. Chen, "BIM-enabled life cycle assessment of concrete formwork waste reduction through prefabrication," Sustainable Energy Technologies and Assessments, vol. 53, art. no. 102449, 2022, doi: 10.1016/j.seta.2022.102449.

[2] A. Monteiro and J. Poças Martins, "A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design," Automation in Construction, vol. 35, pp. 238–253, 2013, doi: 10.1016/j.autcon.2013.05.005.

[3] F. Ergen and Ö. H. Bettemir, "Development of ontological algorithms for exact QTO of reinforced concrete construction items," Structures, vol. 60, art. no. 105907, 2024, doi: 10.1016/j.istruc.2024.105907.

[4] C. Khosakitchalert, N. Yabuki, and T. Fukuda, "Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements," Automation in Construction, vol. 106, art. no. 102891, 2019, doi: 10.1016/j.autcon.2019.102891.

[5] C. Khosakitchalert, N. Yabuki, and T. Fukuda, "Automated modification of compound elements for accurate BIM-based quantity takeoff," Automation in Construction, vol. 113, art. no. 103142, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103142.

[6] V.-H. Pham, P.-H. Chen, Q. Nguyen, and D.-T. Duong, "BIM-Based Automatic Extraction of Daily Concrete and Formwork Requirements for Site Work Planning," Buildings, vol. 14, no. 12, art. no. 4021, 2024, doi: 10.3390/buildings14124021.

[7] S. Alathamneh, W. Collins, and S. Azhar, "BIM-based quantity takeoff: Current state and future opportunities," Automation in Construction, vol. 165, art. no. 105549, 2024, doi: 10.1016/j.autcon.2024.105549.

[8] H. Liu, J. C. P. Cheng, V. J. L. Gan, and S. Zhou, "A knowledge model-based BIM framework for automatic code-compliant quantity take-off," Automation in Construction, vol. 133, art. no. 104024, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2021.104024.

[9] M. Valinejadshoubi, O. Moselhi, I. Iordanova, F. Valdivieso, and A. Bagchi, "Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM," Automation in Construction, vol. 157, art. no. 105155, 2024, doi: 10.1016/j.autcon.2023.105155.

[10] F. Ergen and Ö. H. Bettemir, "Development of BIM software with quantity take-off and visualization capabilities," Journal of Construction Engineering, Management & Innovation, vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2022, doi: 10.31462/jcemi.2022.01001014.

[11] T. Akanbi, J. Zhang, and Y.-C. Lee, "Data-driven reverse engineering algorithm development method for developing interoperable quantity takeoff algorithms using IFC-based BIM," Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 34, no. 5, art. no. 04020036, 2020, doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000909.

[12] S. Kim, S. Chin, and S. Kwon, "A discrepancy analysis of BIM-based quantity take-off for building interior components," Journal of Management in Engineering, vol. 35, no. 3, art. no. 05019001, 2019, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000684.

[13] D. Olsen and J. M. Taylor, "Quantity take-off using Building Information Modeling (BIM), and its limiting factors," Procedia Engineering, vol. 196, pp. 1098–1105, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.067.

[14] J. Lee, Y.-J. Park, C.-H. Choi, and C.-H. Han, "BIM-assisted labor productivity measurement method for structural formwork," Automation in Construction, vol. 84, pp. 121–132, 2017, doi: 10.1016/j.autcon.2017.08.009.

[15] Z. Mei, M. Xu, P. Wu, S. Luo, J. Wang, and Y. Tan, "BIM-based framework for formwork planning considering potential reuse," Journal of Management in Engineering, vol. 38, no. 2, art. no. 04021090, 2022, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001004.

DOI: https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.10307
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)