

Keefektifan Teknik Modeling Dalam Meningkatkan Tanggung Jawab Siswa Kelas VIII A

Ahsan Ama, Hamizan Rabban

Abstract. With increasingly advanced technological developments, some of these problems can be minimized with the latest technology in the construction sector known as Building Information Modeling (BIM). With BIM, all parties involved in the project (stakeholders) can collaborate from the planning stage before the project is carried out, thereby reducing the potential for errors in development implementation (Mafrul, 2022). The use of BIM can provide the various functions necessary to model the entire life cycle of a building, while also providing a basis for dealing with changes and construction progress in positions and correlations between project teams. Proper implementation of BIM enables increasingly integrated design and construction processes, creating buildings with better quality, more efficient production costs, and shorter project completion times (Khairi et al., 2022b).

Keywords: Modeling Techniques, Responsibility, Class VIII A Students

Abstrak. Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju beberapa masalah ini bisa diminimalisir dengan satu teknologi terbaru di bidang kontruksi yang dikenal Building Information Modelling (BIM). Dengan BIM, semua pihak yang terlibat dalam proyek (stakeholder) dapat berkolaborasi sejak tahap perencanaan sebelum proyek dilakukan, sehingga dapat mengurangi potensi kekeliruan dalam pelaksanaan pembangunan (Mafrul, 2022). Penggunaan BIM dapat menyediakan berbagai fungsi yang diperlukan untuk memodelkan seluruh siklus hidup bangunan, sekaligus menjadi dasar untuk menghadapi perubahan dan kemajuan konstruksi dalam posisi dan korelasi antara tim proyek. Implementasi BIM yang tepat memungkinkan proses desain dan konstruksi yang semakin terintegrasi, menciptakan bangunan dengan kualitas lebih baik, biaya produksi yang lebih efisien, dan waktu penggeraan proyek yang lebih singkat (Khairi et al., 2022b).

Kata kunci: Teknik Modeling, Tanggung Jawab, Siswa Kelas VIII A

LATAR BELAKANG

Proyek Apartemen Jkt Livingstar merupakan salah satu proyek yang cukup besar dengan luas bangunan \pm 3.600 m² (Suganda et al., 2013). Untuk menghasilkan proyek sesuai target diperlukan perencanaan yang baik. Salah satu perencanaan ketika akan melakukan pekerjaan pembesian yaitu dibuat dokumen Bar Bending Schedule (BBS). BBS adalah daftar pola pembengkokan tulangan yang meliputi data diameter, bentuk, panjang dan jumlah tulangan (ACI 116R-00) (Mafrul, 2022). BBS memiliki banyak manfaat diantaranya untuk mengetahui volume besi tulangan sebelum order material besi, menyediakan gambar acuan bagi para pekerja agar besi yang terpasang sesuai dengan gambar rencana (*shop drawing*) dan juga untuk pengaturan sisa material besi (*waste besi*). Membuat *bar bendign bchedule* biasanya menggunakan program microsoft excel dan program autodesk autocad untuk membuka gambar acuannya. Metode pembuatan BBS konvensional ini memiliki banyak kekurangannya yaitu lamanya pembuatan dan hasil yang tidak terlalu akurat. Apalagi jika dihadapkan dengan proyek besar dan rumit (Heryanto et al., 2020).

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju beberapa masalah ini bisa diminimalisir dengan satu teknologi terbaru di bidang kontruksi yang dikenal Building Information Modelling (BIM). Dengan BIM, semua pihak yang terlibat dalam proyek (*stakeholder*) dapat berkolaborasi sejak tahap perencanaan sebelum proyek dilakukan, sehingga dapat mengurangi potensi kekeliruan dalam pelaksanaan pembangunan (Mafrul, 2022). Penggunaan BIM dapat menyediakan berbagai fungsi yang diperlukan untuk memodelkan seluruh siklus hidup bangunan, sekaligus menjadi dasar untuk menghadapi perubahan dan kemajuan konstruksi dalam posisi dan korelasi antara tim proyek. Implementasi BIM yang tepat memungkinkan proses desain dan konstruksi yang semakin terintegrasi, menciptakan bangunan dengan kualitas lebih baik, biaya produksi yang lebih efisien, dan waktu pengerjaan proyek yang lebih singkat (Khairi et al., 2022b).

Menurut SIBIMA Konstruksi, PUPR (2019), BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional dari suatu bangunan. Karena itu, di dalamnya termasuk semua data tentang unsur bangunan tersebut yang dipakai sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan dari awal konsep hingga demolisi (Heryanto et al., 2020).

BIM adalah sebuah alat teknis berharga yang memiliki kemampuan besar untuk memberikan manfaat yang signifikan dalam hal efisiensi biaya, penghematan waktu, dan peningkatan produktivitas secara menyeluruh. Untuk mencapai potensi penuh dari sistem BIM, diperlukan penggunaannya secara kolaboratif oleh semua stakeholder pengaturan kontrak berbasis hubungan (Khairi et al., 2022a).

Penggunaan teknologi BIM sudah menjadi hal yang umum di industri AEC di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Selama perkembangannya, BIM telah mendapatkan respons positif dari masyarakat karena keuntungannya di sektor AEC. Dengan menerapkan BIM dalam konstruksi, baik pengembang, konsultan, maupun kontraktor dapat menghemat waktu, biaya, dan tenaga kerja.

BIM dapat melibatkan seluruh pemangku kepentingan di proyek dalam rangka perencanaan sebelum proyek dimulai, sehingga mampu mengurangi potensi kesalahan dalam pembangunan (Afridel Mafrul, 2021). Software autodesk revit adalah salah satu software berbasis BIM yang membantu pendokumentasian proyek secara lebih nyata dengan pemodelan tiga dimensi (Yosi dkk, 2021). Kementerian PUPR sebagai kementerian yang membidangi Bangunan Gedung memiliki komitmen yang tinggi untuk mendukung revolusi industri 4.0 menggunakan BIM. Hal tersebut tertuang dalam Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018.

Di Indonesia, penerapan BIM sudah dilakukan oleh beberapa pemain besar dalam sektor industri konstruksi, seperti PT. Pembangunan Perumahan (PT PP) sebagai perusahaan BUMN dan PT. Total Bangun Persada sebagai perusahaan swasta. Metode BIM juga mulai diaplikasikan di sektor pengembang, misalnya PT. Intiland, serta oleh konsultan perancangan seperti PT. PDW Architects. Meski telah beberapa tahun digunakan di Indonesia, penggunaan BIM dirasa belum optimal dan bahkan mengalami stagnasi. Meskipun BIM tetap memberikan keuntungan sesuai dengan harapan masing-masing aktor dalam sektor tersebut, namun penggunaannya di industri konstruksi Indonesia masih sebatas dalam mengatasi masalah efisiensi tenaga kerja, waktu, dan biaya. Jika kita membandingkannya dengan penerapan BIM di Amerika Serikat, potensi yang dapat dicapai dari pemanfaatan BIM di Indonesia masih jauh dari maksimal.

Penerapan BIM di lingkungan Kementerian PUPR saat ini mulai dilakukan pada Bangunan Gedung Negara (BGN) dengan luas di atas 2000 m² dan di atas dua lantai, sebagaimana tertera pada lampiran Permen PUPR No. 22 Tahun 2018. BIM digunakan dari tahap perencanaan sampai dengan konstruksi, bahkan dapat digunakan pada tahapan operation and maintenance. BIM dapat mempermudah pemangku kepentingan yang terlibat dalam tim kerja proyek konstruksi dalam berkomunikasi dan koordinasi (Raflis dkk, 2018). Walaupun BIM memberikan banyak manfaat dalam bidang konstruksi, tapi sayangnya penerapan BIM dalam proyek konstruksi khususnya di Indonesia masih rendah.

Salah satu software berbasis BIM yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif & efisien adalah software autodesk revit. BIM dianggap lebih dari sekedar teknologi biasa, melainkan cara baru untuk menangani proses pembangunan (Nugroho et al., 2022). BIM merupakan salah satu teknologi yang berkembang di bidang AEC (Arsitektur, Enggining, dan Constrcution), yang mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3 dimensi. BIM berfungsi sebagai sumber informasi bersama yang dapat diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan selama siklus hidup bangunan (et al., 2021), digunakan sebagai suatu metoda untuk mencapai satu atau beberapa tujuan yang spesifik (Fakhruddin, 2019).

Autodesk revit menyediakan beragam alat yang siap digunakan dan relatif mudah untuk digunakan, sehingga memungkinkan perencana untuk lebih fokus pada proses perancangan gedung. Terdapat dua versi dari autodesk revit yang disediakan, yaitu versi professional yang berbayar dan ditujukan untuk penggunaan profesional, serta versi student yang dapat diakses secara gratis selama satu tahun bagi mereka yang mendaftar

dengan akun autodesk (Khairi et al., 2022b). Dengan menggunakan revit, integrasi perangkat lunak menjadi lebih mudah, kemampuannya dalam mendeteksi tabrakan desain membantu menghindari potensi konflik, dan secara keseluruhan dapat meningkatkan efisiensi proses pekerjaan (Marizan, 2019). Sesuai dengan namanya, revit yang merupakan singkatan dari "revise instantly" berarti melakukan revisi dengan cepat dan seketika. Revisi ini memiliki dampak yang signifikan dalam proyek besar karena semua elemen dalam proyek tersebut saling berkaitan. Lembar-lembar gambar (*sheets*) yang dihasilkan oleh revit bukanlah lembar-lembar terpisah, melainkan lembar-lembar yang terintegrasi secara menyeluruh satu sama lain (Pamungkas, 2022).

Autodesk revit adalah sebuah program grafis tiga dimensi yang berbasis BIM. Program ini menghasilkan gambar sketsa tiga dimensi sebagai output utama, namun tidak hanya sebatas gambar tiga dimensi, melainkan juga mampu mensimulasikan berbagai informasi yang dibutuhkan dalam proyek melalui pemodelan tiga dimensi. Dengan autodesk revit, mudah untuk membuat dan merencanakan objek tiga dimensi dengan perbandingan panjang, lebar, dan tinggi, serta proses pengeditannya lebih sederhana dibandingkan dengan aplikasi sejenis(Reista et al., 2022). Kelebihan revit antara lain kemudahan dalam integrasi perangkat lunak, kemampuan mendeteksi tabrakan desain yang membantu menghindari konflik, dan meningkatkan kecepatan dalam proses pekerjaan. Namun, revit juga memiliki beberapa kekurangan, seperti mahalnya lisensi untuk penggunaan, serta kebutuhan akan spesifikasi hardware yang tinggi (Khairi et al., 2022a).

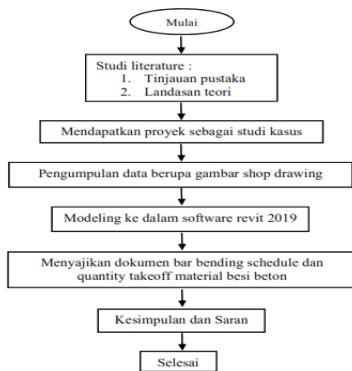
Sejak awal, tujuan utama dari revit adalah memberikan kemampuan kepada arsitek dan profesional Gedung bangunan lainnya untuk merancang dan mendokumentasikan bangunan dengan membuat model tiga jenis dimensi parametrik. Model ini mencakup informasi mengenai desain, geometri, dan aspek non-geometris dari konstruksi, yang juga dikenal sebagai Pemodelan Informasi Bangunan (Pamungkas, 2022).

Tantangan utama yang dihadapi adalah pada aspek proses, yaitu kurangnya ahli (spesialis), perubahan budaya kerja dan kurangnya pengetahuan dan pemahaman (Sangadji et al., 2019). Dalam BIM ada istilah yang namanya *Level of Developement* (LoD). LoD merupakan tingkatan kedetailan dari suatu gambar konstruksi. Dokumen yang dihasilkan penelitian ini harus sesuai dengan LoD level 400 yaitu sudah mencapai level dimana model digambarkan secara detail, sehingga dapat digunakan untuk berkolaborasi dengan fabrikator serta mendetailkan perakitan maupun sambungan elemen.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil dokumen BBS pondasi pile cap menggunakan software autodesk revit, untuk mengetahui volume besi beton pondasi pile cap, dengan menggunakan konsep BIM, dan untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien penggunaan BIM dalam pembuatan dokumen BBS

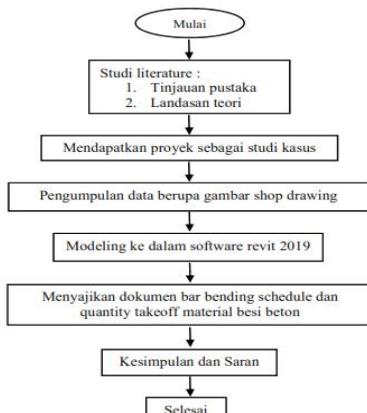
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi manfaat penggunaan Building Information Modelling untuk proses pembuatan dokumen Bar Bending Schedule. Untuk mencapai tujuan tersebut, data shop drawing yang didapatkan dari Proyek Jkt Living Star, akan dibuat dokumen BBS-nya dengan bantuan software autodesk revit. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Untuk lebih jelas mengenai alur penelitian ini, bisa lihat gambar berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian

Dokumen BBS yang dihasilkan sudah otomatis terdapat volume besi betonnya. Bagan alir atau flowchart modelling pembuatan dokumen BBS direvit dapat dilihat pada gambar berikut ini.



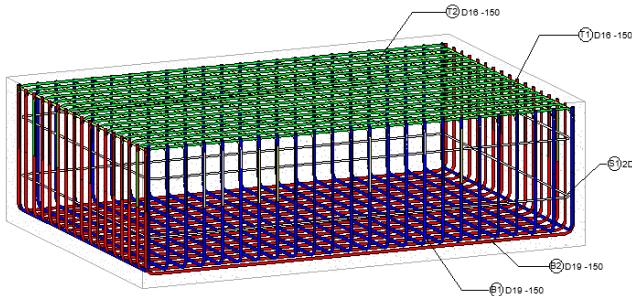
Gambar 2. Flowchart Autodesk Revit 2019

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut deskripsi hasil dari penelitian yaitu tentang penerapan konsep BIM dalam pembuatan dokumen BBS pada pekerjaan pondasi pile cap proyek Apartemen Jkt Living Star.

Modeling 3D

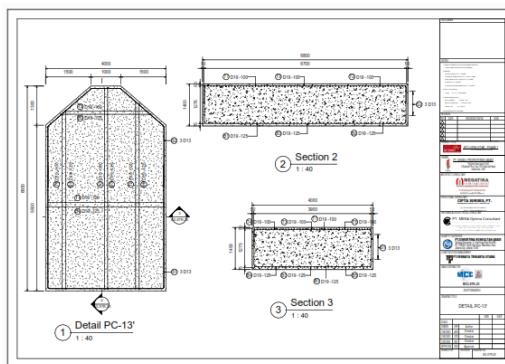
Modeling 3D yang dibuat merupakan 3D pembesian di-revit yang merupakan data awal untuk proses pembuatan dokumen BBS, bisa dilihat di gambar berikut.



Gambar 3. Tampilan View 3D Pembesian

Gambar Detail Pembesian

Gambar Detail ini menjelaskan gambar yang lebih detail dalam hal pembesian, gambar detail ini perlu di lampirkan dalam dokumen bar bending schedule, dan termasuk satu paket dalam dokumen bar bending schedule. Gambar detail ini berisi tentang kode tulangan dan bentuk tulangan yang nanti di jelaskan lebih detail di dokumen bar bending schedule. Untuk melihat lebih lengkap mengenai gambar kerja yang dibuat di software revit 2019, hasil gambar kerja bisa dilihat di gambar berikut.



Gambar 4. Tampilan Gambar Detail Pembesian

Sumber: Screen Capture Autodesk Revit 2019, diakses tahun 2023)

Dokumen Bar Bending Schedule (BBS)

Dokumen BBS merupakan salah satu dokumen yang dijadikan acuan ketikan akan memulai pekerjaan fabrikasi besi dan juga pemasangannya di lapangan. Hal ini berkaitan dengan penjelasan sebelumnya bahwa level detail gambar di BIM yaitu level 400 harus bisa dijadikan acuan untuk proses fabrikasi. Ada beberapa informasi yang harus

dimunculkan terkait tentang detail pembesian yang akan dijadikan acuan untuk proses fabrikasi. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil dari dokumen BBS bisa lihat di gambar di bawah ini.

| Rebar Weight Schedule | | | | | | |
|---|----|----------------|--|--------------|------------------|--|
| Material: Rebar - ASTM A615M - Grade 420 - Billet Steel | | Number of Bars | | Total Length | Total Weight | |
| B 15 mm | 8 | | | 2160 | 21.44 kg | |
| B 19 mm | 34 | | | 158006 | 310.47 kg | |
| TOTALS | | | | | 331.92 kg | |

| Rebar Bending Schedule | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|-------------|-------|-------|--------------------|------------|------|---|---|
| Member | Bar Model | Type + Size | Front | Front | Length of each bar | Shape Code | A | B | C |
| B1 | B19 mm | 17 | 4064 | 21 | 875 | 2400 | 875 | | |
| Comment: | | | | | 2800 | | 875 | | |
| B2 | B19 mm | 17 | 4064 | 21 | 880 | 2400 | 880 | | |
| Comment: | | | | | 2800 | | 880 | | |
| S1 | B15 mm | 4 | 5390 | 21 | 1550 | 2560 | 1550 | | |
| Comment: | | | | | 2800 | | 1550 | | |

Gambar 5. Tampilan Akhir BBS

Volume Besi Beton (Quantity Take Off)

Total volume besi yang didapat dari pekerjaan pondasi pile cap dengan konsep BIM yaitu 46.878 kg. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat tabel di bawah ini.

Tabel 1. Tampilan Volume Besi Pile Cap di-Revit

| <Structural Foundation Schedule> | | | | | | |
|----------------------------------|---------|---------|-------|--------|-----------|------------|
| A | B | C | D | E | F | |
| Type Pile Cap | Panjang | Dimensi | Lebar | Tinggi | Jumlah | Berat Besi |
| PC-1 | 1000 | 1000 | 800 | 16 | 828 kg | |
| PC-2 | 2500 | 1000 | 1000 | 17 | 2.220 kg | |
| PC-3 | 2300 | 2500 | 1000 | 18 | 4.777 kg | |
| PC-3' | 2424 | 3370 | 1000 | 1 | 339 kg | |
| PC-3A | 4000 | 1000 | 1000 | 1 | 256 kg | |
| PC-4 | 2500 | 2500 | 1000 | 13 | 4.312 kg | |
| PC-4' | 2500 | 2500 | 1000 | 1 | 717 kg | |
| PC-5 | 3600 | 2500 | 1100 | 3 | 1.376 kg | |
| PC-5' | 3500 | 2500 | 1200 | 1 | 694 kg | |
| PC-5" | 2300 | 4000 | 1200 | 1 | 930 kg | |
| PC-5S | 3600 | 2500 | 1100 | 1 | 697 kg | |
| PC-5S1 | 3600 | 2750 | 1200 | 1 | 759 kg | |
| PC-5S2 | 3050 | 3000 | 1200 | 1 | 715 kg | |
| PC-6 | 2500 | 4000 | 1200 | 3 | 2.282 kg | |
| PC-6' | 2500 | 4000 | 1200 | 1 | 844 kg | |
| PC-6" | 2500 | 4000 | 1200 | 2 | 2.695 kg | |
| PC-8" | 2500 | 5500 | 1200 | 1 | 1.787 kg | |
| PC-9 | 4000 | 4000 | 1200 | 1 | 1.016 kg | |
| PC-9' | 6800 | 2500 | 1200 | 2 | 3.758 kg | |
| PC-10 | 3598 | 5854 | 1400 | 1 | 1.448 kg | |
| PC-10' | 2500 | 7000 | 1400 | 1 | 2.336 kg | |
| PC-11 | 5655 | 3600 | 1400 | 1 | 1.552 kg | |
| PC-13' | 6800 | 4000 | 1400 | 2 | 5.753 kg | |
| TP-1 | 3500 | 3500 | 300 | 6 | 4.785 kg | |
| | | | | 96 | 46,878 kg | |

Dengan rincian berat per masing-masing diameter bisa lihat gambar di bawah ini

Tabel 2. Tampilan Volume Besi per Diameter

| Rekap Volume Besi | | | | |
|-------------------|---------------|-------------|------------------|--|
| Bar Diameter | Panjang Total | Berat Total | Kebutuhan Batang | |
| 10.mm | 57,200 mm | 32 kg | 5 | |
| 13.mm | 2,356,788 mm | 2,344 kg | 196 | |
| 16.mm | 7,837,949 mm | 12,217 kg | 653 | |
| 19.mm | 14,354,383 mm | 32,286 kg | 1196 | |
| Total | 24,606,319 mm | 46,878 kg | 2051 | |

Pembahasan Hasil Penelitian

Konsep BIM dengan software revit 2019 dan *plugin sofistik reinforcement* dalam proses pembuatan BBS sangat memudahkan, karena langkah yang diperlukan untuk

membuat BBS itu sendiri tidak lama. Seperti halnya yang dilakukan di dalam aplikasi microsoft excel, dengan menggunakan revit 2019. Setelah membuat modeling 3D khususnya modeling pemberian, hanya perlu menghubungkan dengan plugin sofistik gambar 3D yang dibuat dan otomatis dokumen BBS itu akan terbuat.

Hasil perhitungan volume atau *bill of quantity* khususnya volume pemberian pada pekerjaan *pondasi pile cap* dalam penelitian ini yaitu sebesar 46.878 kg. Hasil tersebut merupakan hasil keseluruhan dari total volume besi khusus pekerjaan pondasi pile cap. Sedangkan hasil perhitungan volume besi menggunakan format excel yaitu 47.492 kg terdapat selisih yaitu sebesar 614 kg atau sebesar 1,29%.

Dari hasil yang didapat terjadi selisih antara volume besi pile cap di software revit dan yang sudah dihitung sebelumnya menggunakan microsoft excel. Pada perhitungan dokumen proyek mempunyai volume yang lebih besar dibandingkan dengan hasil hitungan menggunakan software revit 2019. Hal ini terjadi karena pada dokumen proyek yang dibuat menggunakan microsoft excel cara menghitungnya tidak detail sampai pada tahap tumpukan-tumpukan tulangan yang terjadi apabila dipasang. Tetapi jika menggunakan software revit, tulangan yang bertumpukan akan digeser, bahkan panjang tekukan tulangan tersebut dikurangi agar tidak melebihi selimut beton. Hal ini bisa dilakukan karena pemberian tulangan sudah dibuatkan model 3D-nya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Apriansyah, 2021) bahwa penerapan konsep BIM dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna menunjukkan penerapan konsep BIM mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Berliana, perbandingan antara konsep Building Information Modeling (BIM) dengan metode konvensional pada pembangunan gedung 20 lantai mengungkapkan beberapa keunggulan dari konsep BIM. Dalam penggunaan BIM, waktu perencanaan proyek dapat dipercepat hingga sekitar 50%, kebutuhan penggunaan sumber daya manusia dapat dikurangi sebesar 26,66%, dan penghematan biaya personil mencapai 52,25% dibandingkan dengan penggunaan metode konvensional. Semua hasil ini menunjukkan bahwa BIM memberikan manfaat yang signifikan dalam efisiensi dan efektivitas pelaksanaan proyek pembangunan gedung 20 lantai (Berlian et al., 2016).

KESIMPULAN

BIM dengan software autodesk revit memudahkan proses pembuatan dokumen BBS. Disebabkan proses pembuatan BBS dengan software autodesk revit dibuat

otomatis. Tidak seperti metode konvensional dengan microsoft excel yang harus *input* data tulangan satu per satu dari data gambar uutocad. Dengan software revit, dokumen gambar, dokumen BBS dan nilai volume sudah keluar otomatis. Tiga hal itu saling berintegrasi, jadi memudahkan ketika revisi gambar.

Volume besi beton yang dihasilkan oleh software revit lebih kecil, dibandingkan dengan yang sudah dihitung dengan microsoft excel. Volume besi dengan konsep BIM yaitu 46.878 kg dan volume excel yaitu 47.492 kg, terdapat selisih yaitu sebesar 614 kg atau sebesar 1,29%. Volume revit lebih kecil menunjukan bahwa perhitungan volume besi dengan menggunakan revit ini bisa lebih efisien dan lebih real, karena volume yang dikeluarkan merupakan nilai asli dari gambar 3D yang sudah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, R. (2021). Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural. *Universitas Islam Indonesia*.
- Berlian, C. A., Adhi, R. P., Nugroho, H., & Hidayat, A. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode BIM dan Konvensional (Studi kasus :Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220–229. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Fakhruddin. (2019). Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia. *JURNAL TEPAT: Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 2(2), 112–119. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i2.82
- Heryanto, S., Subroto, G., & Rifa'ih. (2020). Kajian Penerapan Building Information Modelling (BIM) Di Industri Jasa Konstruksi Indonesia. *Journal of Architecture Innovation*, 4(2), 193–212.
- Khairi, I. F., Bayzoni, Husni, H. R., & Siregar, A. M. (2022a). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada bangunan gedung menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung). *Jrsdd*, 10(1), 15–026. <https://media.neliti.com/media/publications/486228-none-33a1d680.pdf>
- Khairi, I. F., Bayzoni, Husni, H. R., & Siregar, A. M. (2022b). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Bangunan Gedung Menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung). *Jrsdd*, 10(1), 15–026. <https://media.neliti.com/media/publications/486228-none-33a1d680.pdf>
- Mafrul, A. (2022). Pengaruh Pengaturan Jadwal dan Bar Bending Schedule dengan Building Informationmodeling (BIM) Allplan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*. <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/986>
- Nugroho, B. J., Baskoro, I. A., & Widiatmoko, K. W. (2022). Penerapan Aplikasi Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Rehabilitasi Dermaga

- Multifungsi Pulang Pisau. *Teknika*, 17(2), 117.
<https://doi.org/10.26623/teknika.v17i2.5419>
- Pamungkas, A. P. (2022). *Analisa Optimalisasi Perhitungan RAB Menggunakan Revit*.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.02.4>
- Reista, I. A., Annisa, A., & Ilham, I. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, 2(1), 13–22.
<https://doi.org/10.26593/josc.v2i1.6135>
- Sangadji, S., Kristiawan, S. A., & Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. *Matriks Teknik Sipil*, 7(4), 381–386. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i4.38475>
- Suganda, R., Sutrisno, E., & Wardana, I. W. (2013). BIM Roadmap di Indonesia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.