

QTO PEKERJAAN STRUKTUR ATAS BERBASIS *BUILDING INFORMATION MODELING* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA MAHAD AL-JAMIAH

Melsa El Prina Br Aritonang¹, Ummi Khadijah Lubis², Nofriadi³

Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung^{1,2,3}, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
melsaaritonang@gmail.com¹, ummikhadijahlubis@gmail.com², nofriadi@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO) harus dilakukan secara akurat dan konsisten untuk memaksimalkan keuntungan seperti pengefisienan material yang akan datang karena sesuai dengan aktual. Di Indonesia sendiri pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO) lebih banyak dilakukan dengan cara konvensional menggunakan Autocad dan Excel. Perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) dengan cara konvensional biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama dan besar resiko terjadinya kesalahan (*human error*). Pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO) menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM) akan lebih sederhana, dan lebih detail dari pada perhitungan QTO secara konvensional. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Mahad al-Jamiah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Padangsidimpuan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan *Quantity Take-Off* (QTO) dari struktur atas dan mengetahui selisih terbesar antara volume perencana dengan volume BIM. Penelitian ini dilakukan menggunakan *software Tekla Structure* untuk mengetahui perbedaan volume yang dihasilkan oleh metode BIM dengan metode konvensional yang didapat dari proyek. *Tekla Structures* menghasilkan volume beton sebesar 94.96% dari perhitungan DED, pada bekisting *Tekla Structures* menghasilkan volume sebesar 101.60% dari DED dan pada pembesian *Tekla Structures* menghasilkan volume sebesar 111.71% dari DED. Dari selisih perbandingan volume secara keseluruhan yang memiliki perbedaan terbesar antara volume perencana dengan volume BIM adalah volume pembesian.

Kata Kunci : BIM, Struktur, Tekla, Volume

PENDAHULUAN

Bangunan biasa disebut dengan rumah atau gedung, yaitu segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya. Semakin bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan kebutuhan infrastruktur yang semakin meningkat, sehingga semakin cepat pula perkembangan pada sektor konstruksi. Di era teknologi sekarang, sangat banyak teknologi yang membantu manusia untuk melakukan sesuatu menjadi lebih mudah dan efisien. Teknologi juga dapat dirasakan disektor konstruksi yaitu teknologi *Building Information Modeling* (BIM). *Building Information Modeling* (BIM) adalah suatu sistem; manajemen; metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan ke dalam model 3 dimensi. BIM meliputi berbagai informasi yang berkaitan pada suatu proyek/bangunan, dari awal perencanaan (pra- konstruksi), pelaksanaan (konstruksi), pemeliharaan (*maintenance*) hingga pembongkaran bangunan.

Salah satu pekerjaan yang bisa dilakukan dengan BIM adalah pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO). *Quantity Take-Off* (QTO) merupakan salah satu pekerjaan untuk melakukan perhitungan volume, yang akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun BQ dalam tender dan nantinya juga dijadikan bahan untuk melakukan pengadaan. Pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO) harus dilakukan secara akurat dan konsisten untuk memaksimalkan keuntungan seperti pengefisienan material yang akan datang karena sesuai dengan aktual. Di Indonesia, pekerjaan *Quantity Take-Off* (QTO) biasanya dilakukan secara konvensional menggunakan *software* Autocad dan alat bantu Microsoft Excel.

Sebagian besar *software* BIM dapat menghasilkan *output* QTO, salah satunya adalah *software Tekla Structures*. *Tekla Structures* adalah sebuah *software modelling, detailing, engineering, drawing, reporting* dan manajemen dengan konsep BIM 3D di mana seluruh objek struktur direpresentasikan lengkap dengan segala informasinya. Penggunaan *software* ini masih jarang digunakan dalam konstruksi.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik melakukan penelitian *Quantity Take-Off* (QTO) dengan teknologi BIM menggunakan *software Tekla Struktur* pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Mahad Al-Jamiah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Padangsidimpuan yang terletak di Jl. T.Rizal Nurdin KM 4.5, Sihitang, Kec. Padangsidimpuan Tenggara. Peneliti tertarik untuk mengetahui bagaimana hasil perbandingan *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis *Building Information Modeling* (BIM) dengan perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) secara konvensional dan peneliti juga tertarik untuk mengetahui struktur apa yang akan memiliki perbandingan terbesar.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu, untuk menganalisa perbedaan hasil perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis *Building Information Modeling* (BIM) dengan perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) secara konvensional dan menentukan item pekerjaan yang memiliki perbandingan terbesar.

TINJAUAN PUSTAKA

Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) adalah sebuah metode yang memanfaatkan teknologi untuk memodelkan bangunan dari awal perencanaan sampai operasional, di mana informasi dari BIM dapat bekerja secara terintegrasi dan kolaboratif.

BIM (Eastman, 2008) merupakan perubahan paradigma yang memiliki banyak manfaat, tidak hanya untuk mereka yang bergerak dalam bidang industri konstruksi bangunan tetapi juga untuk masyarakat yang lebih luas lagi, bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dalam tahap pembangunannya menggunakan energi, tenaga kerja dan modal yang lebih sedikit.

Tekla Structures

Tekla Structures merupakan salah satu *software* bagian dari teknologi BIM. *Tekla Structures* merupakan *software* pemodelan 3D yang memudahkan penggunaannya untuk mereview dan menganalisa secara *real* dan detail yang nantinya digunakan untuk fabrikasi sebuah konstruksi atau bangunan. *Tekla Structures* adalah aplikasi pemodelan tiga dimensi (3D) yang mampu mendesain bermacam bentuk struktur fabrikasi mulai dari baja, beton, dan jenis material lainnya. Dengan *Tekla Structures* juga dapat diperoleh analisa dan hasil perhitungan, gambar, laporan, atau *output* lainnya dari satu model struktur. (Mark Tung, 2015).

Quantity Take-Off (QTO)

Quantity Take-Off (QTO) merupakan salah satu upaya dari kontraktor dengan melakukan perhitungan volume, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun BQ dalam tender dan nantinya juga dijadikan bahan untuk melakukan pengadaan (Laorent, Nugraha, & Budirman, Analisa *Quantity Take-Off* Dengan Menggunakan Autodesk Revit, 2019).

Bill of Quantity (BOQ)

Bill of Quantity (BOQ) adalah daftar yang berisi daftar pekerjaan dan kuantitas. Dengan adanya BOQ akan memudahkan penyusunan daftar biaya atau RAB (Rancangan Anggaran Biaya). BOQ juga sebagai dasar untuk penawaran harga agar dapat bersaing dengan penawar yang lain.

BOQ disusun dengan mencantumkan nama item pekerjaan yang detail, lengkap dan dengan jumlah (volume) satuan yang akan dikerjakan.

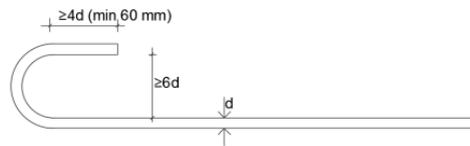
Panjang Penyaluran

Panjang penyaluran merupakan panjang yang diperlukan untuk menyalurkan keseluruhan gaya dari tulangan beton yang disebelahnya, Panjang penyaluran berhubungan dengan kuat rekatan antara tulangan dengan beton, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini; kuat tekan beton, bentuk permukaan tulangan, tebal selimut beton, jarak tulangan, presentase tulangan kekangan serta kondisi pengecoran.

Kait Standar

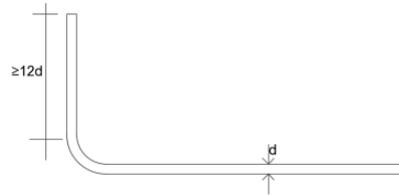
Menurut SNI 2847-2019 kait tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Bengkokan 180° ditambah perpanjangan 4db, tapi tidak kurang dari 65 mm, pada ujung bebas kait.



Gambar 1. Kait Bengkokan 180°

2. Bengkokan 90° ditambah perpanjangan 12db pada ujung bebas kait.



Gambar 2. Kait Bengkokan 90°

3. Diameter sisi dalam bengkokan untuk sengkang, ikat silang dan sengkang pengekok dapat dilihat pada tabel di bawah berikut:

Tabel 1. Kait Standar

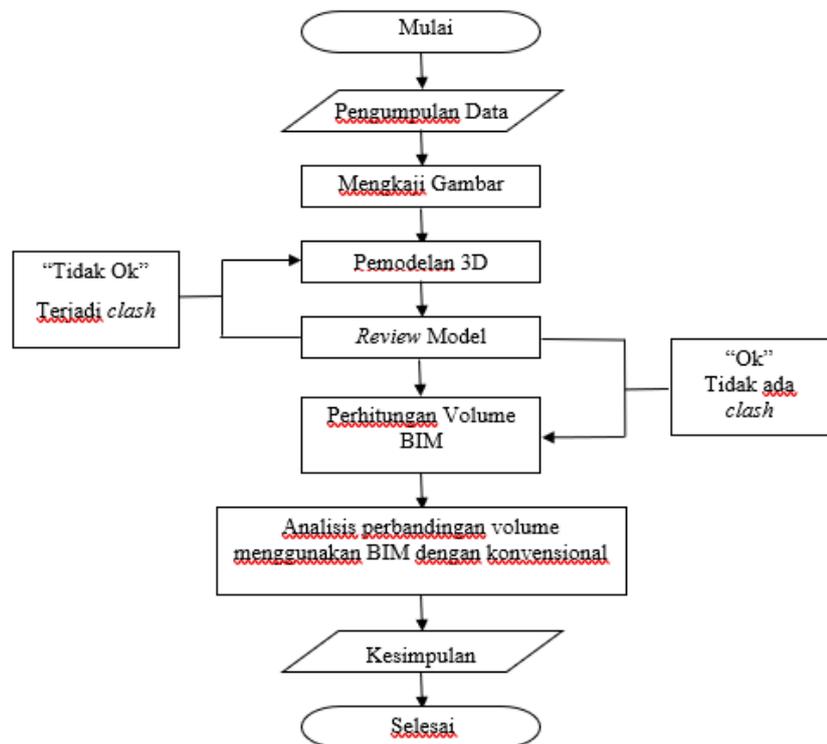
Tipe Kait Standar	Ukuran Batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus mm	Tipe Kait Standar
Kait 90 derajat	D10 -D16	4db	Terbesar dari 6db dan 75 mm	
	D19-D25	6db	12db	
Kait 135 derajat	D10-D16	4db	Terbesar dari 6db dan 75 mm	
	D19-D25	6db		
Kait 180 derajat	D10-D16	4db	Terbesar dari 4db dan 65 mm	
	D19-D25	6db		

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Lanjutan Pembangunan Gedung Asrama Mahad al-Jamiah yang terletak di Jalan T. Rizal Nurdin KM, 4,5, Sihitang, Kec. Padangsidempuan Tenggara.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Rancangan Penelitian

Data pada penelitian ini diperoleh dari proyek Pembangunan Gedung Asrama Al-Mahad berupa DED dan BOQ. Setelah data didapat kemudian data dimodelkan menggunakan *software* Tekla Structure 2022 sehingga didapat model 3D dan volume pekerjaan. Setelah volume dari *software* Tekla Structure didapat, maka dilakukan analisis perhitungan antara volume hasil BIM dengan volume hasil konvensional.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis data sekunder yaitu gambar DED dan BOQ.

Teknik Analisis Data

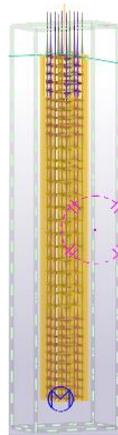
Data sekunder yang terkumpul akan digunakan untuk memodelkan bangunan menggunakan metode BIM, setelah itu didapatkan hasil volume dari metode BIM. Lalu hasil itu akan dibandingkan dengan volume BOQ dari proyek sehingga didapat devisiasi antara metode BIM dengan metode konvensional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

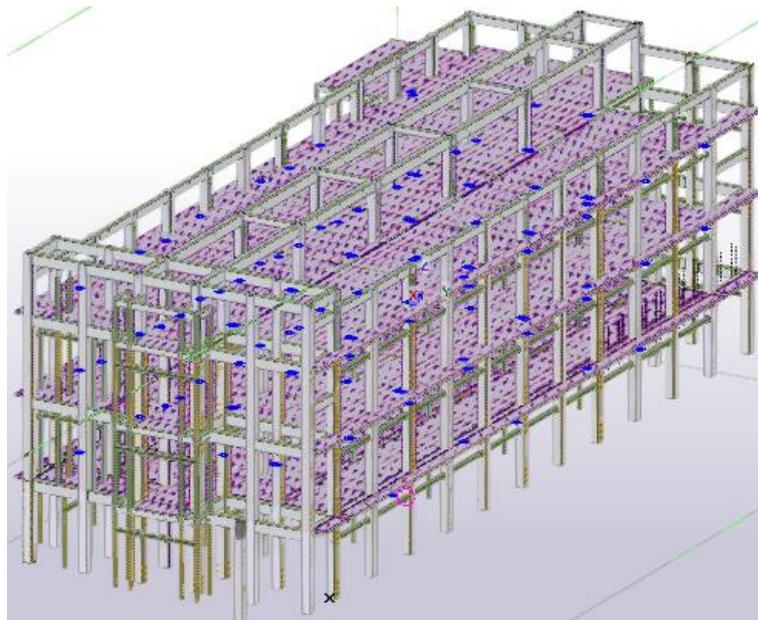
Pemodelan

Pada penelitian ini pemodelan struktur bangunan dilakukan dengan menggunakan gambar *Detail Engineering Design* (DED) dari Pembangunan Gedung Asrama Mahad al-Jamiah. Pemodelan 3D dilakukan menggunakan *software Tekla Structures 2022 Educational*. Elemen-elemen yang dimodelkan meliputi kolom, balok, dan pelat lantai. Untuk dapat menggunakan *software* Tekla Structure harus memiliki lisensi resmi dengan mendaftar di web resmi Tekla Campus.

Hal pertama yang dilakukan dalam pemodelan di *software* Tekla Structure yaitu membuat grid lalu memodelkan struktur-struktur bangunan (kolom, balok dan pelat lantai), mulai dari elevasi +0.6 m sampai +15.6 m. Contoh pemodelan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Tulangan Kolom K1



Gambar 5. Model Struktur Bangunan

Analisis Hasil Perhitungan

Hasil *Quantity Take Off* (QTO) dari BIM kemudian di-*export* ke dalam *Microsoft Excel*, lalu direkap untuk mempermudah analisis perbandingan QTO.

Untuk mempermudah analisa, maka data perbandingan tersebut diubah menjadi bentuk persentase (%) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase volume} = \left(\frac{\text{Volume BIM} - \text{Volume DED}}{\text{Volume DED}} \right) \times 100\%$$

Rekapitulasi volume pekerjaan beton bertulang struktur atas menggunakan bantuan *software* pendukung Ms. Excel dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Perbandingan Volume

Uraian Pekerjaan	Satuan	Vol.DED	Vol. BIM	Selisih (%)
Pekerjaan Struktur Lt.4 dan Atap				
KOLOM K1 (40 X 40) Cm				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	19.200	19.200	0.00%
- Pembesian Ulir	Kg	3206.300	3191.933	-0.45%
- Pembesian sengkang	Kg	1177.720	1351.734	14.78%

Uraian Pekerjaan	Satuan	Vol.DED	Vol. BIM	Selisih (%)
- Bekisting Kolom	M2	162.210	180.046	11.00%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +12.6				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	34.960	31.431	-10.10%
- Pembesian Ulir	Kg	6732.390	8514.002	26.46%
- Pembesian sengkang	Kg	2580.210	2457.703	-4.75%
- Bekisting Balok	M2	327.340	330.182	0.87%
Balok B2 (30 x 15) Cm Elv +12.6				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	3.118	2.796	-10.31%
- Pembesian Ulir	Kg	666.830	751.184	12.65%
- Pembesian sengkang	Kg	401.570	410.916	2.33%
- Bekisting Balok	M2	56.200	53.185	-5.36%
Pelat Lantai Elv +12.6				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	81.210	79.095	-2.60%
- Pembesian Polos	Kg	8673.350	9162.425	5.64%
- Bekisting Plat Lantai	M2	567.230	578.910	2.06%
BALOK B3 (40 x 20) cm Elv +14.6				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	7.080	6.568	-7.23%
- Pembesian Ulir	Kg	1393.040	1780.885	27.84%
- Pembesian sengkang	Kg	407.570	508.578	24.78%
- Bekisting Balok	M2	88.500	79.120	-10.60%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +15.6				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	14.450	12.669	-12.32%
- Pembesian Ulir	Kg	2057.690	2387.830	16.04%
- Pembesian sengkang	Kg	811.020	869.074	7.16%
- Bekisting Balok	M2	131.500	126.751	-3.61%
Balok B2 (30 x 15) cm				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	1.026	1.077	4.92%
- Pembesian Ulir	Kg	140.510	197.921	40.86%
- Pembesian sengkang	Kg	93.060	122.361	31.49%
- Bekisting Balok	M2	14.700	16.451	19.92%
Plat Lantai elv +15.6 m				
- Beton mutu $f_c=21.7$ Mpa	M3	4.870	4.717	-3.14%
- Pembesian Ulir	Kg	513.350	526.740	2.61%
- Bekisting Plat	M2	28.830	33.844	17.39%

Hasil perbandingan volume pengecoran beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Volume Beton

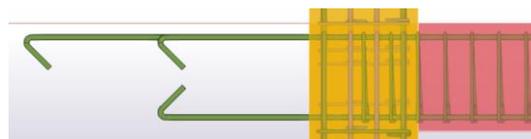
Model Struktur	Satuan	Vol. DED	Vol. BIM	Selisih (%)
Pekerjaan Struktur Lt.4				
KOLOM K1 (40 X 40) cm	M3	19.2	19.2	0.00%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +12.6	M3	34.96	31.4305	-10.10%
BALOK B2 (30 x 15) cm Elv +12.6	M3	3.1176	2.7962	-10.31%
PELAT LANTAI Elv +12.6	M3	81.21	79.0949	-2.60%
BALOK B3 (40 x 20) cm Elv +14.6	M3	7.08	6.568	-7.23%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +15.6	M3	14.45	12.6693	-12.32%
BALOK B2 (30 x 15) cm	M3	1.026	1.077	4.92%
PELAT LANTAI	M3	4.87	4.7169	-3.14%
Rata-rata Selisih Pekerjaan beton				-5.10%

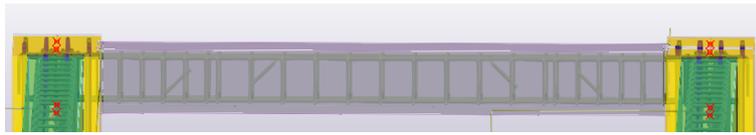
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat selisih volume pengecoran antara BIM dengan konvensional, hal ini mungkin terjadi karena adanya perbedaan penafsiran saat menghitung volume beton. Pada BIM perhitungan volume pengecoran direduksi menggunakan *tools* Part Cut sehingga volume pengecoran balok akan dikurangi oleh kolom dan plat lantai yang tumpang tindih dengan balok.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Volume Pembesian

Model Struktur	Satuan	Vol. DED	Vol. BIM	Selisih (%)
Pekerjaan Struktur Lt.4				
KOLOM K1 (40 X 40) Cm	Kg	4384.020	4543.667	3.64%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +12.6	Kg	9312.600	10971.705	17.82%
BALOK B2 (30 x 15) Cm Elv +12.6	Kg	1068.400	1162.100	8.77%
PELAT LANTAI Elv +12.6	Kg	8673.350	9162.425	5.64%
BALOK B3 (40 x 20) cm Elv +14.6	Kg	1800.610	2289.463	27.15%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +15.6	Kg	2868.710	3256.904	13.53%
BALOK B2 (30 x 15) cm	Kg	233.570	320.282	37.12%
PELAT LANTAI	Kg	513.350	526.740	2.61%
Rata-rata Selisih Pekerjaan Pembesian				14.54%

Dari tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa dari perbandingan volume pembesian BIM dengan konvensional didapat volume BIM dominan lebih besar dari volume konvensional. Hal ini mungkin terjadi karena adanya perbedaan penafsiran dalam menghitung antara BIM dengan konvensional. Pada BIM pemodelan tulangan balok dilakukan perbentang (kolom ke kolom) dan ada penambahan sambungan sebesar 40D disetiap ujung serta dimodelkan dengan penambahan panjang kait sebesar 4d untuk bengkokan 180°, 12d untuk kait dengan bengkokan 90° dan 6d untuk kait dengan bengkokan 135°. Pemodelan penyaluran dan kait tulangan balok pada Tekla Structur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

**Gambar 6.** Penyaluran dan kait tulangan tumpuan balok



Gambar 7. Penyaluran dan kait tulangan lapangan balok

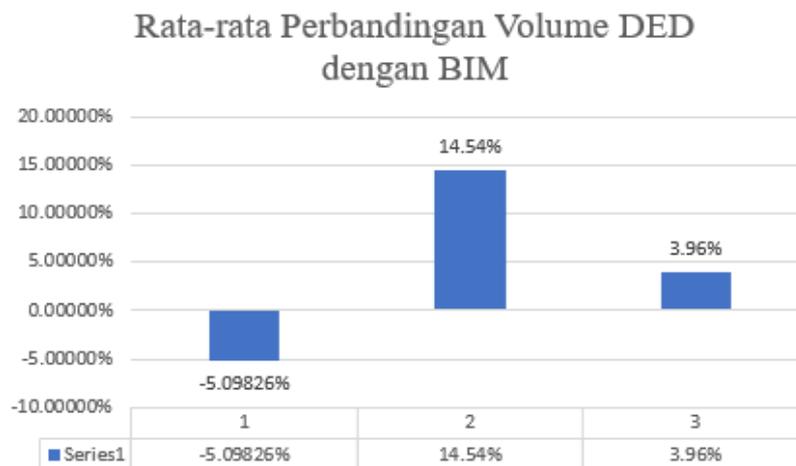
Dengan menghitung menggunakan Tekla Structure volume didapatkan secara otomatis setelah model selesai dibuat dan bila ada perubahan desain maka volume juga akan otomatis berubah.

Tabel 5. Hasil Perbandingan Volume Bekisting

Model Struktur	Satuan	Vol. DED	Vol. BIM	Selisih (%)
Pekerjaan Struktur Lt.4				
KOLOM K1 (40 X 40) Cm	M2	162.21	180.0457	11.00%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +12.6	M2	327.34	330.1818	0.87%
BALOK B2 (30 x 15) Cm Elv +12.6	M2	56.2	53.1851	-5.36%
PELAT LANTAI Elv +12.6	M2	567.23	578.9099	2.06%
BALOK B3 (40 x 20) cm Elv +14.6	M2	88.5	79.12	-10.60%
BALOK B1 (50 x 25) cm Elv +15.6	M2	131.500	126.751	-3.61%
BALOK B2 (30 x 15) cm	M2	14.7	16.451	19.92%
PELAT LANTAI	M2	28.83	33.8436	17.39%
Rata-rata Selisih Pekerjaan Bekisting				3.96%

Dari tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata volume bekisting BIM lebih besar dari pada volume bekisting konvensional, Pada Tekla Structure pemodelan bekisting disetting secara Auto Cut, maksudnya adalah bekisting pada balok hanya akan dihitung dari tepi kolom ke tepi kolom sehingga tidak akan terjadi tumpang tindih perhitungan volume bekisting. Dapat dilihat bahwa ada selisih perbandingan antara perhitungan BIM dengan konvensional, hal ini mungkin terjadi karena adanya perbedaan penafsiran dalam perhitungan volume bekisting.

Dari penelitian data diatas didapat rata-rata perbandingan volume DED dengan volume BIM untuk pekerjaan pengecoran, pembesian dan bekisting yang dapat dilihat pada diagram batang di bawah ini.



Gambar 10. Diagram Batang Rata-Rata Perbandingan Volume

Dari diagram di atas perlu kita ketahui bahwa tanda minus mengartikan bahwa BIM lebih kecil dari DED. Dapat dilihat bahwa pada pekerjaan pengecoran, volume BIM rata-rata lebih kecil dari

volume perencana sedangkan pada volume pembesian dan bekisting volume BIM lebih besar dari volume perencana.

SIMPULAN

Perhitungan pekerjaan *Quantity Take-Off* pada *Tekla Structures* 2022 menghasilkan selisih pada setiap item pekerjaan yang ditinjau oleh peneliti. Rata-rata pada pekerjaan pengecoran memiliki selisih 5.10% lebih kecil volume BIM, rata-rata pekerjaan pembesian memiliki selisih 14.54% lebih besar volume BIM dan rata-rata pekerjaan bekisting memiliki selisih 3.96% lebih besar volume BIM dari volume BOQ. Untuk secara keseluruhan *Tekla Structures* menghasilkan volume beton sebesar 94.96% dari perhitungan DED, pada bekisting *Tekla Structures* menghasilkan volume sebesar 101.60% dari DED dan pada pembesian *Tekla Structures* menghasilkan volume sebesar 111.71% dari DED. Selisih yang terjadi antara volume BIM dengan volume konvensional diasumsikan terjadi karena adanya perbedaan penafsiran perhitungan. Pada penelitian ini didapat perbandingan volume paling besar terdapat pada volume pembesian yaitu 14.54% lebih besar dari volume konvensional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 : 2019)*. Jakarta: yayasan badan penerbitan buku.
- Fadillah, M. (2021). *Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modelling (Bim) Pada Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige*. MEDAN.
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). *Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit*. Dimensi Utama Teknik Sipil.
- Nugroho, B. J., Baskoro, I. A., & Widiatmoko, K. W. (2022). *Penerapan Aplikasi Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Rehabilitasi Dermaga Multifungsi Pulang Pisau*. Semarang: Jurnal Ilmiah Universitas Semarang.