

PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DALAM MENGHITUNG QUANTITY TAKE OFF MATERIAL STRUKTUR (Studi Kasus: Proyek Gedung Rumah Sakit Mata di Jl. M. Yamin, Kota Samarinda, Kalimantan Timur)

Aldila Tri Handayani¹⁾, Ery Budiman²⁾, Tamrin Rahman³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda (75119), Indonesia

E-mail: aldila.handayani@ft.unmul.ac.id

²⁾ Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda (75119), Indonesia

E-mail: ery_budi@ft.unmul.ac.id

³⁾ Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda (75119), Indonesia

E-mail: fts_tamrin@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam pekerjaan konstruksi, analisis *quantity take-off* (QTO) dengan metode konvensional (manual) membutuhkan waktu yang cukup lama, penggunaan *software* BIM dapat membantu untuk lebih menghemat waktu dan mengurangi *human error*. Tekla Structures merupakan salah satu *software* yang mendukung konsep BIM. Penelitian ini melakukan permodelan struktur 3 Dimensi (3D) studi kasus menggunakan *software* Tekla Structures dengan *Education Version* berdasarkan gambar *As Build Drawing* 2D dari kontraktor pelaksana. Dilakukan perhitungan persentase selisih hasil QTO dari *software* Tekla Structures dengan *Bill of Quantity* (BoQ) yang dihitung menggunakan metode konvensional dari kontraktor pelaksana. Hasil analisis menunjukkan terdapat selisih yang tidak signifikan antara QTO dari *software* Tekla Structures dengan data BoQ. Persentase selisih QTO material beton *Bore Pile* sebesar 1%, pada material beton sebesar 1%, dan pada material besi sebesar 2%. Penerapan konsep BIM menggunakan *software* Tekla Structures memberikan hasil QTO yang lebih akurat, efisien, cepat, dan dapat dipertanggung-jawabkan karena hasil QTO menyesuaikan bentuk permodelan 3D yang dibuat dan selalu tersinkronisasi setiap perubahan elemen struktur yang terjadi.

ABSTRACT

Traditional manual quantity take-off (QTO) analysis is a time-consuming process in construction work. BIM software implementation can greatly reduce human error and save time in this area. One such software that supports BIM is Tekla Structures. This study presents a case study on 3D structural modeling using Tekla Structures software with the Education Version. The software's QTO results were compared to the Bill of Quantity (BoQ) calculated using the conventional method by the implementing contractor. The analysis indicates that there is an insignificant difference between the QTO acquired by Tekla Structures software and the BoQ data. The Bore Pile concrete material has a QTO percentage difference of 1%, while concrete material has a difference of 1%, and rebar material has a difference of 2%. The implementation of the BIM concept through Tekla Structures software yields QTO results that are accurate, efficient, rapid, and traceable. This is due to the QTO outcomes adapting to changes in the structural elements, as they remain synchronized with the shape of the 3D model.

Keywords: BIM, Quantity Take-Off, Tekla Structures, Structures

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan BIM di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara. Pada

Lampiran IV poin A nomor 13 disebutkan bahwa Penggunaan Building Information Modelling (BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai. Bangunan gedung negara yang dimaksud adalah bangunan gedung untuk keperluan dinas yang menjadi barang milik negara atau daerah dan diadakan dengan sumber

pembiayaan yang berasal dari dana APBN, APBD, dan/atau perolehan lainnya yang sah.

Salah satu software pendukung BIM adalah Tekla Structures oleh Tekla yang mampu memperoleh analisa dan hasil perhitungan, gambar, laporan, atau output lainnya dari satu model struktur. Software ini dapat merancang bangunan dan memodelkan komponennya dalam bentuk 3D maupun output gambar kerja dalam bentuk 2D serta menganalisis quantity take off material (5D) di tiap item pekerjaan.

Dalam pekerjaan konstruksi, Quantity Take-Off merupakan salah satu cara atau upaya dari kontraktor dengan melakukan perhitungan volume, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk menyusun Bill of Quantity (BOQ) dalam pengadaan dan dijadikan bahan untuk melakukan procurement. Analisis quantity take-off dengan metode konvensional (manual) membutuhkan waktu yang cukup lama dan tenaga kerja yang banyak, penggunaan software BIM ini membantu untuk lebih menghemat waktu serta mengurangi human eror saat perhitungan manual.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa selisih perhitungan volume *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dengan volume pekerjaan metode konvensional pada pekerjaan struktural bangunan Gedung Rumah Sakit Mata Provinsi Kalimantan Timur?
2. Bagaimana kelebihan dan kekurangan penggunaan *software* Tekla Structures dalam menghitung *Quantity Take-Off*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menghitung selisih perhitungan volume *Quantity Take Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dengan volume pekerjaan metode konvensional pada pekerjaan struktural bangunan Gedung Rumah Sakit Mata Provinsi Kalimantan Timur.
2. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan penggunaan *software* Tekla Structures dalam menghitung *Quantity Take-Off*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Building Information Modelling* (BIM)

Menurut Eastman *et al* (2008), dalam bukunya yang berjudul *Handbook of BIM: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, Building*

Information Modeling (BIM) adalah salah satu perkembangan yang paling menjanjikan dalam industri arsitektur, teknik dan konstruksi (AEC). BIM diartikan juga sebagai konstruksi model yang berisi informasi tentang sebuah bangunan dari semua fase siklus hidup bangunan. Dengan teknologi BIM, model virtual bangunan yang akurat dibangun secara digital

2.2 Metode Elemen Hingga

Menurut Nasution (2010), metode elemen hingga merupakan cara numerik dalam menyelesaikan masalah dalam ilmu rekayasa dan matematika fisis. Cakupan penyelesaian dari kedua masalah ini berupa analisis struktur, transfer panas, aliran fluida, transportasi massa, dan potensial elektromagnetik. Sebagaimana sebutan elemen hingga, analisis metode elemen hingga didasarkan pada representasi badan atau sistem struktur yang di rakit dari elemen-elemen badan/sistem.

2.1.1 Dimensi Konstruksi BIM

1. 2D: Model didesain dalam bentuk sketsa berisi ukuran panjang dan lebar yang tertuang pada sebuah kertas,
2. 3D: Desain dari model 2D dibentuk menjadi suatu model bangunan yang dapat dilihat secara keseluruhan. Model 3D bermanfaat untuk koordinasi dan mendeteksi resiko clash layanan di Gedung,
3. 4D: Model 3D dihubungkan ke jadwal pembangunan. Proses ketika menambahkan parameter waktu ke 3D model disebut simulasi 4D. Model 4D umumnya digunakan untuk planning dan tracking kegiatan proyek.
4. 5D: Model hasil dari integrasi desain 3D dan 4D dengan biaya, terkait dengan komponen-komponen model. Model 5D ini digunakan untuk estimasi biaya.
5. 6D: Model yang biasa digunakan untuk mengintegrasikan perancangan dengan analisis performa bangunan yang fokus pada keberlanjutan dan konsep ramah lingkungan.
6. 7D: Model yang biasa digunakan untuk mengetahui dan melacak data aset yang relevan seperti status komponen, spesifikasi, manual pemeliharaan / operasi, data garansi dan lain sebagainya dengan lebih detail serta relevan terhadap kondisi bangunan.

(Sangadji *et al.*, 2019)

2.1.2 Manfaat BIM

1. Hingga 40% penghapusan perubahan yang tidak dianggarkan,
2. Akurasi perkiraan biaya dalam 3% dibandingkan dengan perkiraan tradisional,
3. Pengurangan hingga 80% dalam waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan perkiraan biaya,

4. Penghematan hingga 10% dari nilai kontrak melalui deteksi bentrokan, dan
5. Pengurangan hingga 7% dalam waktu proyek.

2.3 Quantity Take-Off

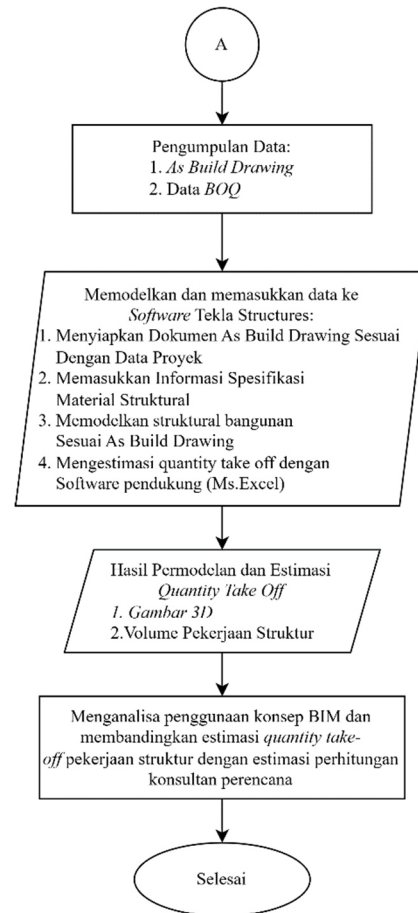
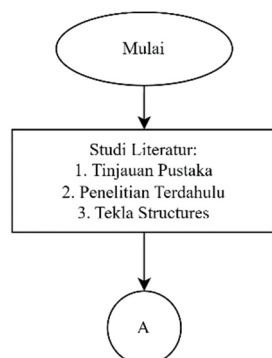
Quantity Take-Off (QTO) adalah pekerjaan perhitungan secara detail volume material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Pekerjaan QTO harus dilakukan secara akurat dan konsisten. Biasanya pekerjaan QTO dilakukan secara manual, yaitu dengan cara menghitung dimensi dari elemen-elemen bangunan seperti luas, volume, panjang dan lain-lain. QTO yang dikerjakan secara manual seringkali menimbulkan kesalahan-kesalahan seperti kesalahan pembacaan dimensi, penginputan data dan lain-lain. Kesalahan pada waktu menghitung bisa saja terjadi seperti: kesalahan aritmatik, pembagian, angka dibelakang koma, lupa memasukan jenis material, dan lain sebagainya. (Sastraadmadja, 1984)

2.4 Tekla Structures

Menurut Baskoro (2019), Tekla Structures adalah salah satu dari berbagai macam *software* Tekla yang berfungsi untuk *modeling, detailing, engineering, drawing, reporting* dan manajemen dengan konsep BIM 3 dimensi dengan seluruh objek struktur direpresentasikan lengkap dengan segala informasinya. Pada awalnya *software* Tekla sendiri didirikan oleh Tekla Corporation, yakni sebuah perusahaan rekayasa perangkat lunak berbasis model untuk bangunan, konstruksi dan manajemen infrastruktur yang didirikan pada tahun 1966 dengan kantor pusat berlokasi di Espoo, Finlandia sebelum akhirnya pada Februari 2012 menjadi kepemilikan penuh oleh Trimble, yakni perusahaan asal California berbasis bisnis teknologi spesialis navigasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

1. Data *As Build Drawing* (denah struktural, detail struktural, potongan struktural *ramp*)
2. *Bill of Quantity* proyek

3.2 Pengolahan Data

Hasil dari penerapan konsep BIM yakni permodelan 3 dimensi pada pekerjaan struktural dan *report quantity take off* material yang kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil dari perhitungan *Bill of Quantity* oleh estimator dengan menggunakan persamaan berikut:

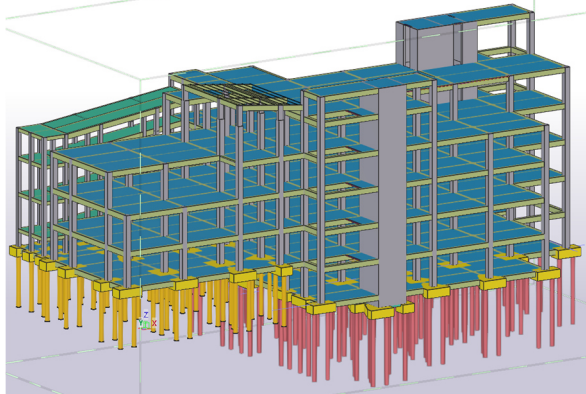
$$\eta = \frac{\text{perhit. konvensional} - \text{perhit. program}}{\text{perhit. konvensional}} \times 100\%$$

dimana: η adalah persentase selisih (%)

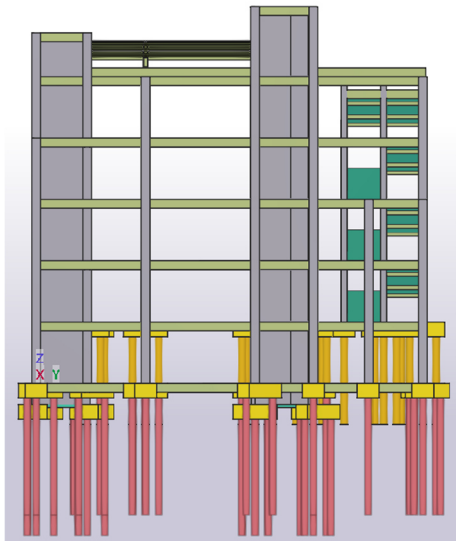
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar perspektif 3 dimensi (3D) merupakan gambar keseluruhan komponen pekerjaan struktural, dari pondasi, *pile cap, tie beam*, kolom, balok, pelat lantai,

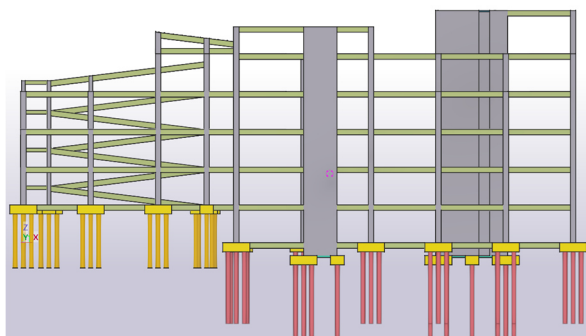
shear wall, ramp pada *software* Tekla Structures yang ditunjukkan pada Gambar 2 hingga Gambar 6.



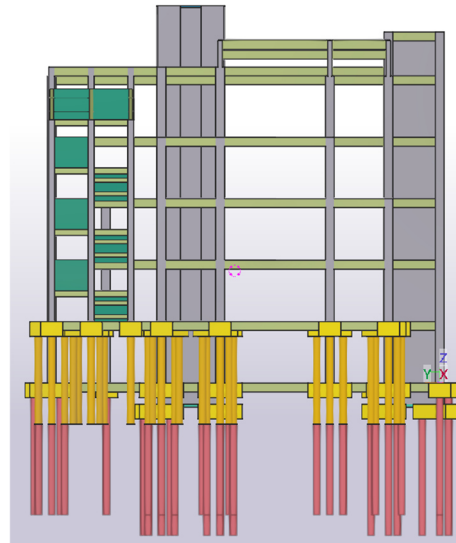
Gambar 2 Model struktur bangunan (perspektif)
 (Sumber: Tekla Structures, 2023)



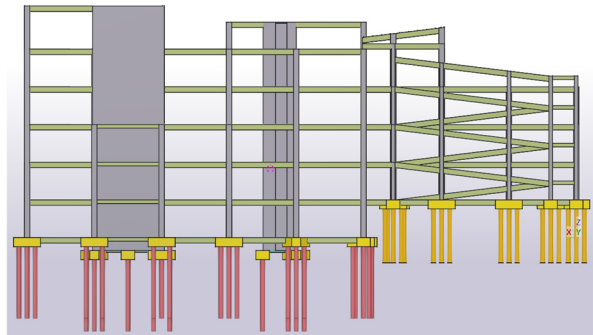
Gambar 3 Model struktur bangunan (tampak depan)
 (Sumber: Tekla Structures, 2023)



Gambar 4 Model struktur bangunan (tampak kiri)
 (Sumber: Tekla Structures, 2023)



Gambar 5 Model struktur bangunan (tampak belakang)
 (Sumber: Tekla Structures, 2023)



Gambar 6 Model struktur bangunan (tampak kanan)
 (Sumber: Tekla Structures, 2023)

4.1 Perbandingan Volume Pekerjaan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, perbandingan volume pekerjaan berdasarkan BIM dan BoQ pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Mata Provinsi Kalimantan Timur Tahap 2 ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Perbandingan volume pekerjaan struktur dan nilai persentase selisih

No	Material	Sat	Konvensional	BIM	Selisih	Persen (%)
PEKERJAAN PONDASI DAN PILECAP						
1	<i>Bore Pile</i>					
	Beton	m ¹	382.9	380	2.92	1%
	Bobok beton	Titik	69.00	69.00	0.00	0%
2	PC Tipe 1					
	Beton	m ³	11.25	11.25	0.00	0%
	Besi	Kg	1474.4	1383.74	90.74	6%
3	PC Tipe 2					
	Beton	m ³	76.50	76.50	0.00	0%
	Besi	Kg	8622.2	8182.41	439.84	5%
4	PC Tipe 3					

	Beton	m ³	40.80	40.80	0.00	0%
	Besi	Kg	4249.0	4052.92	196.16	5%
5	PC Tipe 4					
	Beton	m ³	27.00	27.00	0.00	0%
	Besi	Kg	2559.8	2453.98	105.89	4%
PEKERJAAN STRUKTUR ATAS						
1. Lantai 2						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	6.43	6.30	0.13	2%
	Besi	Kg	2515.11	2424.99	90.12	4%
2	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	29.69	29.44	0.25	1%
	Besi	Kg	17937.4	17300.8	636.59	4%
3	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	54.52	54.45	0.07	0%
	Besi	Kg	17171.5	17042.8	128.72	1%
4	Kolom Tipe K1					
	Beton	m ³	24.19	24.19	0.00	0%
	Besi	Kg	6826.33	6606.38	219.95	3%
5	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	2.02	2.02	0.00	0%
	Besi	Kg	1099.89	1083.17	16.72	2%
2. Lantai 3						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	4.34	4.27	0.07	2%
	Besi	Kg	1672.42	1648.05	24.38	1%
2	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	37.00	35.91	1.09	3%
	Besi	Kg	11837.6	11643.2	194.42	2%
3	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	50.30	49.27	1.03	2%
	Besi	Kg	12607.2	12326.2	280.99	2%
4	Kolom Tipe K1					
	Beton	m ³	24.19	24.19	0.00	0%
	Besi	Kg	6102.71	5966.50	136.22	2%
5	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	2.02	2.02	0.00	0%
	Besi	Kg	946.65	928.59	18.06	2%
3. Lantai 4						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	5.85	5.66	0.19	3%
	Besi	Kg	1672.42	1630.14	42.28	3%
2	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	37.00	37.15	-0.16	0%
	Besi	Kg	11837.6	11693.2	144.42	1%
3	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	50.14	49.27	0.87	2%
	Besi	Kg	12607.2	12424.6	182.66	1%
4	Kolom Tipe K1					
	Beton	m ³	22.68	22.68	0.00	0%
	Besi	Kg	6102.71	6006.70	96.02	2%
5	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	2.02	2.02	0.00	0%
	Besi	Kg	946.65	927.77	18.88	2%
4. Lantai 5						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	4.29	4.27	0.02	0%

	Besi	Kg	1672.42	1630.14	42.28	3%
2	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	32.05	32.21	-0.16	0%
	Besi	Kg	10190.8	10131.0	59.76	1%
3	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	41.64	41.36	0.28	1%
	Besi	Kg	8383.99	8293.69	90.30	1%
4	Kolom Tipe K1					
	Beton	m ³	22.68	22.68	0.00	0%
	Besi	Kg	5339.88	5224.34	115.54	2%
5	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	2.02	2.02	0.00	0%
	Besi	Kg	946.65	924.56	22.10	2%
5. Lantai 6						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	2.89	2.87	0.02	1%
	Besi	Kg	1142.99	1114.00	28.99	3%
2	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	3.92	3.77	0.15	4%
	Besi	Kg	1851.44	1809.46	41.98	2%
3	Balok Tipe B3					
	Beton	m ³	8.01	7.83	0.18	2%
	Besi	Kg	1683.11	1638.36	44.75	3%
4	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	10.63	10.31	0.32	3%
	Besi	Kg	2002.72	1967.83	34.89	2%
5	Kolom Tipe K1					
	Beton	m ³	0.32	0.32	0.00	0%
	Besi	Kg	80.78	79.37	1.40	2%
6	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	0.12	0.12	0.00	0%
	Besi	Kg	102.56	99.73	2.83	3%
7	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	2.24	2.09	0.16	7%
	Besi	Kg	485.72	445.35	40.37	8%
PEKERJAAN STRUKTUR RAMP						
1. Level 2 (Top El +4.15)						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	2.58	2.58	0.00	0%
	Besi	Kg	1742.16	1711.07	31.10	2%
2	Balok Tipe B3					
	Beton	m ³	10.24	10.22	0.02	0%
	Besi	Kg	2981.72	2953.28	28.44	1%
3	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	7.76	7.76	0.00	0%
	Besi	Kg	4294.98	4252.05	42.93	1%
4	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	17.66	17.51	0.15	1%
	Besi	Kg	3815.86	3744.85	71.01	2%
2. Level 3 (Top El +8.35)						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	1.61	1.58	0.03	2%
	Besi	Kg	1970.05	1911.07	58.98	3%
2	Balok Tipe B3					
	Beton	m ³	7.41	7.36	0.05	1%
	Besi	Kg	2981.72	2956.09	25.63	1%
3	Kolom Tipe K2					

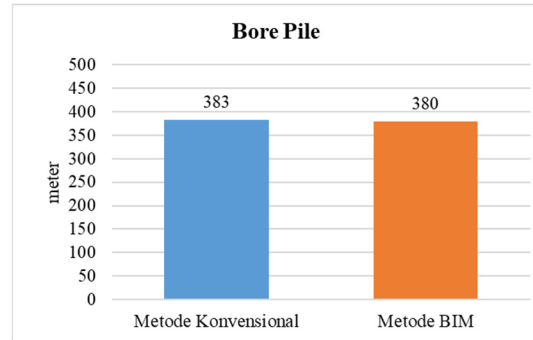
	Beton	m ³	5.76	5.76	0.00	0%
	Besi	Kg	5368.72	5253.59	115.13	2%
4	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	17.66	17.66	0.01	0%
	Besi	Kg	3815.86	3724.30	91.56	2%
3. Level 4 (Top El +12.55)						
1	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	1.61	1.58	0.03	2%
	Besi	Kg	1970.05	1911.07	58.98	3%
2	Balok Tipe B3					
	Beton	m ³	7.41	7.41	0.00	0%
	Besi	Kg	2981.72	2956.09	25.63	1%
3	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	8.06	8.06	0.00	0%
	Besi	Kg	5368.72	5253.59	115.13	2%
4	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	17.66	17.56	0.11	1%
	Besi	Kg	3815.86	3724.30	91.56	2%
4. Level 5 (Top El +16.75)						
1	Kolom Tipe K2					
	Beton	m ³	3.30	3.14	0.16	5%
	Besi	Kg	1004.88	917.23	87.65	9%
5. Roof Ramp						
1	Balok Tipe B1					
	Beton	m ³	8.10	7.99	0.12	1%
	Besi	Kg	3475.55	3384.84	90.70	3%
2	Balok Tipe B2					
	Beton	m ³	1.14	1.13	0.01	1%
	Besi	Kg	84.31	82.30	2.01	2%
3	Balok Tipe B3					
	Beton	m ³	1.96	1.90	0.06	3%
	Besi	Kg	490.19	476.09	14.10	3%
4	Pelat lantai t=15					
	Beton	m ³	12.97	12.94	0.03	0%
	Besi	Kg	1998.56	1972.09	26.47	1%

Berdasarkan Tabel 1, kemudian disajikan tabel yang dikelompokkan berdasarkan jenis material pada Tabel 2

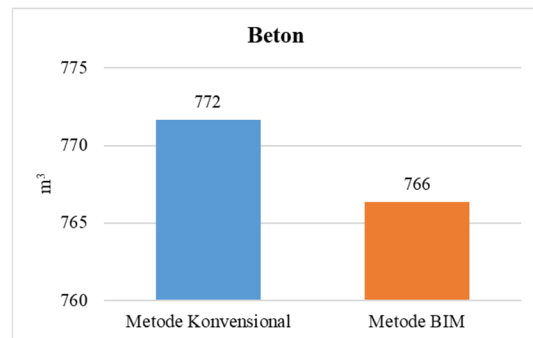
Tabel 2 Perbandingan volume material dan nilai persentase selisih

No	Material	Sat	Konvensional	BIM	Selisih	Persen (%)
1	Bore Pile	m ³	382.9	380	3	1%
2	Beton	m ³	772	766	5	1%
3	Besi	Kg	210833	206268	4565	2%

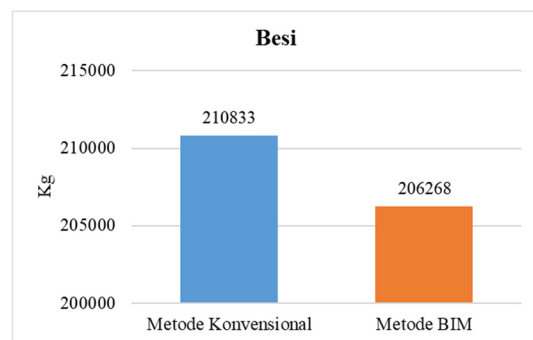
Berdasarkan Tabel 2, dibuat diagram batang untuk masing-masing material yang ditunjukkan pada Gambar 7 hingga Gambar 10



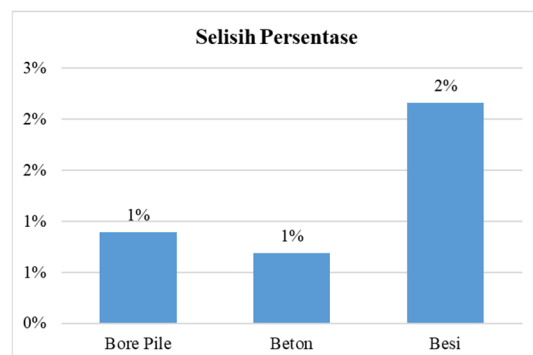
Gambar 7 Hasil perhitungan volume bore pile



Gambar 8 Hasil perhitungan volume material beton



Gambar 9 Hasil perhitungan volume material besi



Gambar 10 Hasil selisih persentase perhitungan volume metode konvensional dan metode BIM

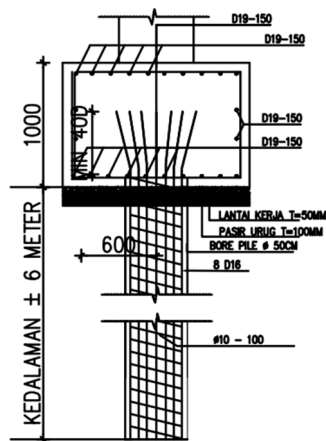
4.2 Uraian Hasil Perbandingan Volume

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa perhitungan volume item pekerjaan yang terdapat pada Tekla Structutres sebagian besar memiliki hasil perhitungan yang lebih kecil daripada perhitungan metode

konvensional yang dalam penelitian ini menggunakan data volume dari RAB Adendum Kontrak-03.

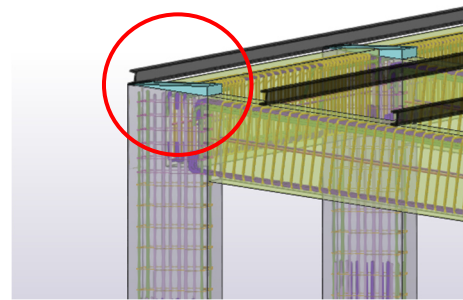
Dari hasil selisih volume berdasarkan Tabel 2 dan diagram batang Gambar 10 dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Volume beton pada elemen struktur tiang bor memiliki selisih volume sebesar 3 m³ dengan nilai persentase sebesar 1%. Hal ini terjadi akibat peneliti kekurangan data kedalaman asli tiap titik tiang bor yang pastinya memiliki kedalaman yang berbeda-beda setiap titik tiang bor, sehingga peneliti memodelkan tiang bor dengan kedalaman menyesuaikan *As Build Drawing* dan dikurangi sebesar 0,5 meter untuk tiap titik, yakni untuk setiap titik tiang bor memiliki kedalaman sebesar 5,5 meter.



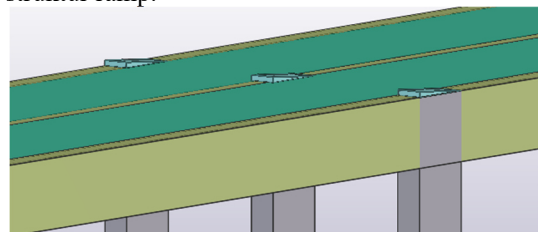
Gambar 11 Gambar detail pondasi tiang bor (Sumber: Dinas PUPR Bidang Cipta Karya, 2023)

2. Pada pekerjaan struktur atas item Kolom Tipe K3 30x60 Lantai Atap terdapat selisih volume beton sebesar 0.16 m³ dengan persentase 7% dan selisih volume besi sebesar 40.37 Kg dengan persentase 8%. Pada selisih volume beton, peneliti mengasumsikan bahwa estimator melakukan perhitungan volume kolom tanpa mengurangi volume kolom yang terpotong dengan bentuk atap yang miring seperti yang ditampilkan pada **Gambar 4.51**. Kemudian pada selisih volume besi, peneliti mengasumsikan bahwa estimator melakukan perhitungan panjang tulangan overlap pada pekerjaan kolom struktur pada lantai teratas. Sedangkan, Tekla Structures tidak memodelkan tulangan overlap pada pekerjaan kolom tersebut. Perhitungan Tekla Structures dianggap dapat mengurangi pemborosan material yang tidak terpakai sehingga lebih efisien.



Gambar 12 Tampilan kolom lantai struktur atas (Sumber: Tekla Structures, 2023)

Pada pekerjaan struktur ramp item Kolom Tipe K2 40x40 Level 5 terdapat selisih volume beton sebesar 0.16 m³ dengan persentase 5% dan selisih volume besi sebesar 87.65 Kg dengan persentase 9%. Selisih tersebut diasumsikan akibat hal yang sama dengan Kolom Tipe K3 30x60 Lantai Atap karena posisi elemen kolom Kolom Tipe K2 40x40 Level 5 juga terdapat pada lantai paling atas pada struktur ramp.



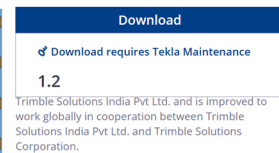
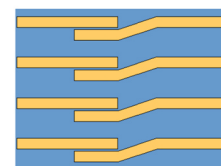
Gambar 13 Tampilan kolom lantai 5 struktur ramp (Sumber: Tekla Structures, 2023)

Untuk permodelan sambungan pada Tekla Structures dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada Tekla Structures 2023 Educational Version, tidak seluruh fitur dapat digunakan seperti jika menggunakan *full version license* (lisensi berbayar). Pada saat memodelkan tulangan pada balok menerus, peneliti terkendala untuk memodelkan sambungan lewatan yang terjadi jika bentang balok melebihi panjang maksimal tulangan besi. Sehingga, peneliti tidak memodelkan tulangan lewatan pada pekerjaan balok.

Rebar Crank

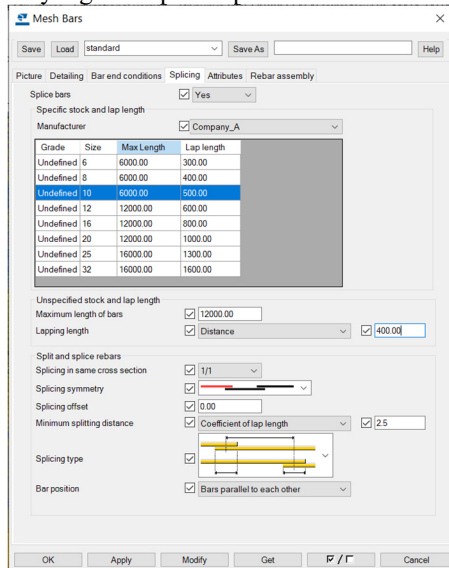
♡ 27 🔗 0



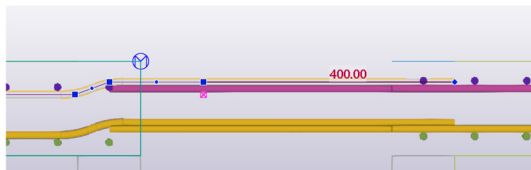
Gambar 14 Extension Rebar Crank pada Tekla Warehouse (Sumber: warehouse.tekla.com, 2023)

2. Pada permodelan tulangan pada pelat, Tekla Structures memiliki fitur untuk otomatis membuat

tulangan terpotong setiap 12 meter yang ditunjukkan pada Gambar 15. Sehingga, pada perpotongan tulangan tersebut peneliti dapat memodelkan sambungan lewatan secara manual seperti yang ditampilkan pada Gambar 16.

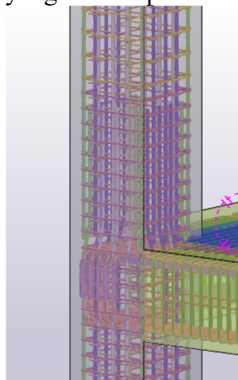


Gambar 15 Pengaturan *splicing* pada tulangan pelat (Sumber: Tekla Structures, 2023)



Gambar 16 Tampilan sambungan lewatan pada pelat (Sumber: Tekla Structures, 2023)

3. Pada pekerjaan struktur kolom yang menerus ke lantai selanjutnya, peneliti memodelkan tulangan overlap pada penulangan kolom di lantai bawahnya sepanjang 40 dikali diameter tulangan utama seperti yang terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Tampilan tulangan sambungan kolom (Sumber: Tekla Structures, 2023)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Didapatkan persentase selisih perhitungan volume *Quantity Take-Off* menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) dengan volume pekerjaan metode konvensional untuk tiap material struktur pada bangunan Gedung Rumah Sakit Mata Provinsi Kalimantan Timur Tahap 2 yakni pada pekerjaan pondasi tiang bor (*bore pile*) memiliki selisih 1%, pekerjaan beton memiliki selisih 1%, dan pekerjaan besi memiliki selisih 2%. Penggunaan metode BIM dapat meningkatkan akurasi volume pada pekerjaan struktural.
2. Tekla Structures menghasilkan nilai *Quantity Take Off* yang hampir mirip dengan hasil perhitungan volume pekerjaan struktur menggunakan metode konvensional. Sehingga, penggunaan Tekla Structures dalam menghitung *Quantity Take Off* material pekerjaan struktur untuk perencanaan dapat direkomendasikan.
3. Setelah menggunakan *software* Tekla Structures pada permodelan Rumah Sakit Mata Provinsi Kalimantan Timur, dapat diketahui bahwa *software* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu:

Kelebihan:

- a. Dapat meminimalisir kesalahan yang terjadi dalam perhitungan volume pekerjaan yang dilakukan manual dari membaca gambar kerja 2D.
- b. Jika terjadi perubahan/revisi permodelan struktur dapat menghemat waktu dalam mengekspor hasil *Quantity Take-Off* dibandingkan perhitungan volume konvensional.
- c. Fitur *organizer* berfungsi untuk mengelompokkan setiap elemen struktur yang dibuat dengan informasi yang dapat disesuaikan mengikuti kebutuhan proyek.

Kekurangan:

- a. Hasil *quantity take-off* setiap terjadi perubahan tidak otomatis terintegrasi dengan *software* Microsoft Excel, sehingga setiap terjadi perubahan harus dilakukan ekspor kembali.
- b. Fitur yang disediakan Tekla Structures menggunakan *educational version* cukup terbatas. Seperti, tidak seluruh fitur pada *Application & Component* dapat diakses sehingga berpengaruh dalam melakukan permodelan pada beberapa elemen struktur.

5.2 Saran

1. Dapat mempersiapkan data yang lengkap sebelum penelitian dilaksanakan untuk dibandingkan dengan hasil *Quantity Take-Off* dari Tekla Structures.

2. Dapat dilakukan perbandingan hasil *Quantity Take-Off* menggunakan variasi *software* BIM lainnya seperti Revit, Archicad, Cubicost.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilengkapi dengan perhitungan Rincian Anggaran Biaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Apriansyah, R. 2021. Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural. *Universitas Islam Indonesia*.
2. Ardiyasa, I. N. D. 2022. Analisis Komparasi Quantity Take Off Menggunakan Software Autodesk Revit Dengan Metode Konvensional (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Aspol Sanglah T. 36 Bertingkat 4 Lantai).
3. Assa, E. Febrina. 2022. Analisis Perbandingan Perhitungan Quantity Menggunakan Software Microsoft Excel Dan Software Autodesk Revit Untuk Kontrak Lump Sum (Studi Kasus: Proyek Gedung Sub Fire Station Pertamina Balikpapan, Kalimantan Timur). Universitas Mulawarman.
4. Asih, W. R. 2022. "Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pada Pembangunan Gedung Perawatan Bedah Terpadu RSUD Dr. H. Abdul Moeloek (Zona A)". Universitas Lampung.
5. Badan Standardisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. SNI 2847-2019. Jakarta.
6. Badan Standardisasi Nasional. 2017. Baja Tulangan Beton. SNI 2052-2017. Jakarta.
7. Baskoro, I. A. 2019. Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Tekla Structures Dalam Perhitungan Volume Besi Tulangan dan Bar Bending Schedule.
8. CRC Construction Innovation. 2007. *Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*.
9. Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks dan K. Liston. 2008. *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*.
10. Fadillah, M. 2022. Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modeling (BIM) Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*. Vol. 2, No. 1, h. 24–34.
11. Ferial, R. 2022. Quantity Take-Off Berbasis Building Information Modeling (BIM) Studi Kasus: Gedung Bappeda Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*. Vol. 17, No. 3, h. 228.
12. Firmansyah, F. M. 2020. "APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) MENGGUNAKAN SOFTWARE TEKLA® STRUCTURES PADA PEMODELAN JEMBATAN STANDAR". Universitas Andalas.
13. Mattern, H., M. Scheffer dan M. König. 2018. *BIM-Based Quantity Take-Off*. Springer, Cham.
14. Nugraha, P., I. Natan dan R. Sutjipto. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 1*. Jakarta: Kartika Yudha.
15. Putera, I. G. A. A. 2022. MANFAAT BIM DALAM KONSTRUKSI GEDUNG: SUATU KAJIAN PUSTAKA. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*. No. 1411–1292, h. 43–52.
16. Rayendra dan B. W. Soemardi. 2014. Studi Aplikasi Teknologi Building Information Modeling Untuk Pra-Konstruksi. *Simposium Nasional RAPI XIII*. Vol. 13, h. 14–21.
17. Sahadi. 2019. *Anggaran Biaya Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Teknosain.
18. Samsudin, R. Hidayati, R. Azizah dan A. Saputra. 2018. *Perancangan Bangunan Bertingkat Bermassa Tunggal dan Bermassa Jamak*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
19. Sangadji, S., S. A. Kristiawan dan I. K. Saputra. 2019. Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. *Matriks Teknik Sipil*. Vol. 7, No. 4, h. 381–386.
20. Sastraadmadja, S. A. 1984. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
21. Suwarni, A. 2021. Perbandingan Perhitungan Volume Kolom Beton Antara Building Information Modeling Dengan Metode Konvensional. *JUTEKS (Jurnal Teknik Sipil)*. Vol. VI, No. II, h. 75–83.
22. Telaga, A. S. 2018. A review of BIM (Building Information Modeling) implementation in Indonesia construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 352, No. 1.