

PERBANDINGAN *QUANTITY TAKE-OFF* BAJA TULANGAN ANTARA METODA KONVENSIONAL TERHADAP METODA BIM 5D CUBICOST PADA STRUKTUR GEDUNG FASILITAS PERKERETAAPIAN MANGGARAI

Oleh: Robi Fernando¹, Eko Kusumo Friatmojo², Kevin Caesar Ricardo³, Khairunnisa⁴

^{1,2} Prodi Teknik Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum.

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang

E-mail: roferwong@gmail.com¹

Abstrak

BIM 5D merupakan bagian dari dimensi BIM yang berhubungan dengan perhitungan volume pekerjaan dan optimasi, dimana contoh software untuk menjalankan BIM 5D adalah Cubicost. Cubicost merupakan produk dari PT. Glodon yang terdiri dari beberapa software dengan berbagai macam fungsi. Pada studi ini akan dilaksanakan menggunakan produk Cubicost yaitu TAS dan TRB yang digunakan untuk menghitung perhitungan volume pekerjaan secara cepat, detail dan akurat, yang akan dibandingkan dengan metoda konvensional pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai sampai dengan Jatinegara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan kedua metoda ini tidak identik sama yaitu hasil perhitungan TAS dan TRB memperoleh hasil volume baja tulangan sebesar 1.055.303,98 kg, sedangkan hasil perhitungan konvensional sebesar 1.052.779,36 kg, sehingga diperoleh selisih sebesar 2.966,70 kg, jika di persentasekan akan didapatkan selisih sebesar 0,28%. Selisih perhitungan tersebut terbilang kecil dan masuk toleransi, akan tetapi akurasi tersebut bisa lebih ditingkatkan lagi dengan pemodelan TAS dan TRB yang lebih baik dan detail.

Kata kunci: Perhitungan Volume Pekerjaan, Baja Tulangan, Cubicost TAS dan TRB.

Abstract

5D BIM is a dimension of BIM that focuses on quantity take-off and optimization. One software example for implementing 5D BIM is Cubicost, a product of PT. Glodon. Cubicost consists of several software with various functionalities. This study utilizes two Cubicost software, TAS and TRB, to calculate quantity take-off quickly, in detail, and accurately. The results are then compared with the conventional method in the Manggarai-Jatinegara Railway Development Project. The research results show that the calculation results of both methods are not identical. The calculation results of TAS and TRB obtained a rebar volume of 1,055,303.98 kg, while the conventional calculation result was 1,052,779.36 kg, resulting in a difference of 2,966.70 kg. In percentage, the difference is 0.28%. Although the calculation difference is relatively small and falls within the tolerance, the accuracy can be further improved with better and more detailed TAS and TRB modeling.

Keywords: Quantity take-off, Reinforcement Bar, Cubicost TAS dan TRB

1. Pendahuluan

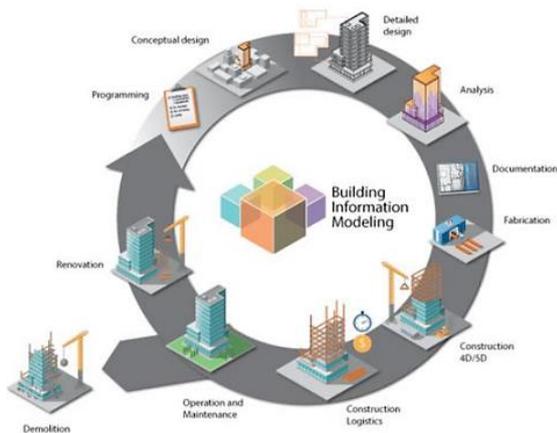
Istilah Building Information Modeling (BIM) mempunyai banyak interpretasi dan definisi. BIM merupakan singkatan dari *Building Information Modeling* atau *Building Information Model* yang kemudian berkembang menjadi Manajemen Informasi.

Istilah *Building Information Modeling* (BIM) memiliki banyak interpretasi dan definisi. BIM adalah akronim untuk *Building Information Modeling* atau *Building Information Model* yang kemudian berkembang Manajemen Informasi

Berdasarkan *Building Smart* (sebuah lembaga internasional nonpemerintah yang menjadi rujukan untuk pengembangan BIM), definisi *Building Information Modelling* (BIM) adalah representasi digital dari fitur fisik dan karakteristik suatu bangunan (atau objek BIM). Oleh karena itu, BIM memuat seluruh informasi terkait elemen bangunan dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan, sejak penyusunan konsep hingga demolisi/diruntuhkan". BIM merupakan sistem, manajemen, metode atau

runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan kedalam suatu model (Sangadji., 2019).

Secara lebih spesifik BIM merupakan representasi digital yang memuat segala informasi tentang elemen konstruksi yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam siklus hidup bangunan (Noviani., 2021). BIM juga digunakan untuk dapat membantu dalam pengambilan keputusan terhadap tahapan pekerjaan proyek konstruksi (Hutama dan Sekarsari., 2018). Ilustrasi siklus hidup bangunan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidup Bangunan
(Sumber: (Carin et al., 2018))

Manajemen konstruksi konvensional mulai ditinggalkan dan beralih ke Building Information Modeling (BIM) karena menawarkan banyak keuntungan. Pertama, BIM meningkatkan kolaborasi dan komunikasi antar pemangku kepentingan dengan menyediakan model terpusat yang memungkinkan akses informasi real-time. Hal ini mempermudah komunikasi dan koordinasi antar tim, serta meminimalisir kesalahan dan miskomunikasi. Kedua, BIM memungkinkan visualisasi dan simulasi proyek yang lebih baik melalui model 3D yang realistis. Para pemangku kepentingan dapat memahami proyek dengan lebih mudah, melakukan simulasi untuk menguji berbagai desain dan skenario, serta mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah sebelum terjadi. Ketiga, BIM meningkatkan efisiensi dan produktivitas

dengan mengotomatisasi tugas-tugas berulang, meminimalisir kesalahan, dan menghemat waktu dan biaya. Proses konstruksi pun menjadi lebih efisien dan produktif.

Keuntungan lain dari BIM antara lain: meningkatkan kualitas proyek, mempercepat waktu penyelesaian proyek, meningkatkan keselamatan dan keamanan proyek, dan meningkatkan keberlanjutan proyek. Meskipun BIM menawarkan banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan dalam implementasinya, seperti: biaya awal yang tinggi untuk perangkat lunak dan pelatihan, kurangnya keahlian dan pengetahuan tentang BIM, dan kesulitan dalam mengintegrasikan BIM dengan sistem yang ada. Namun, BIM diprediksi akan menjadi standar industri di masa depan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi BIM antara lain: kesadaran tentang manfaat BIM, ketersediaan perangkat lunak dan pelatihan BIM, dan dukungan dari pemerintah dan industri. Untuk mengadopsi BIM, penting untuk mendidik para pemangku kepentingan tentang manfaat BIM, mengembangkan strategi dan rencana implementasi BIM, memilih perangkat lunak BIM yang tepat, memberikan pelatihan kepada para profesional konstruksi tentang BIM, dan mendapatkan dukungan dari pemerintah dan industri.

Evolusi teknologi yang signifikan dalam industri konstruksi ditandai dengan perkembangan BIM dari 3 dimensi hingga 10 dimensi. Dimulai dari fokus pada model visual bangunan pada 3D, BIM berkembang dengan menambahkan dimensi waktu (4D), biaya (5D), keberlanjutan (6D), fasilitas (7D), kepatuhan (8D), keamanan (9D), dan kesejahteraan pengguna (10D). Pada saat ini di Indonesia BIM saat ini sudah banyak diterapkan pada pembangunan proyek konstruksi (Buwono., 2023).

Pada tahapan Menghitung perkiraan biaya dan anggaran proyek BIM 5D merupakan alat yang berharga bagi para profesional konstruksi untuk memahami biaya proyek dengan lebih baik, meningkatkan efisiensi dan produktivitas,

serta menghasilkan proyek yang lebih optimal dan ekonomis, sehingga Melalui penerapan teknologi BIM, bidang konstruksi diberikan banyak kemudahan berupa adanya peningkatan kolaborasi antar stakeholder dalam industri konstruksi (Ghaffarianhoseini., 2017).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Perhitungan *Quantity Take-off* Material

Pekerjaan estimasi material dan seluruh sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dikenal sebagai *Quantity Take-off (QTO)*. (Bimengus.com, 2018). Pentingnya *quantity take-off* dalam proyek konstruksi tidak dapat dipungkiri. Menghitung kebutuhan material dan sumber daya secara cermat dan teliti melalui *quantity take-off* akan menghasilkan estimasi biaya yang akurat.

Di Indonesia, metode manual masih sering digunakan dalam *quantity take-off*, meskipun memakan waktu lama. Proses *quantity take-off* merupakan tahap penting dalam menghitung biaya pelaksanaan proyek. Tahap ini bisa memakan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 50-80% dari total waktu yang dibutuhkan untuk menghitung seluruh biaya proyek. Hal ini dikarenakan proses *quantity take-off* yang rumit dan membutuhkan ketelitian tinggi untuk memastikan akurasi data material dan sumber daya yang dibutuhkan dalam proyek. (Olsen., 2017).

Perhitungan *quantity take-off* secara manual berpotensi menimbulkan banyak kesalahan akibat human error. Hal ini disebabkan oleh prosesnya yang rumit dan membutuhkan ketelitian tinggi, sehingga mudah terjadi kekeliruan dalam perhitungan, pengukuran, atau pencatatan data. Kesalahan-kesalahan ini dapat berakibat fatal, seperti perkiraan biaya yang tidak akurat, pemborosan material, dan keterlambatan proyek. Kesalahan pada waktu menghitung bisa saja terjadi seperti: kesalahan aritmatik, pembagian, angka

dibelakang koma, lupa memasukan jenis material, dan lain sebagainya. Sebagai solusinya BIM sendiri dapat mencegah terjadinya kesalahan - kesalahan akibat *human errors* sehingga mampu meningkatkan value suatu item pekerjaan dan juga meminimalisir adanya waste (Wibowo., 2021).

2.2. *Building Information Modelling (BIM) 5D*

BIM memiliki banyak dimensi sesuai dengan fungsinya, diantaranya adalah BIM 5D (Dwi et al., 2022). Lee, Tsong and Kahmidi (2016) dengan judul jurnal “5D *Building Information Modelling – A Practicability Review*” pada *A Journal International Building Control Conference pada MATEC Web Of Conferences*. Jurnal tersebut mengkaji penerapan konsep Building Information Modeling (BIM) 5D dalam estimasi biaya proyek konstruksi. BIM 5D merupakan tren terkini dalam industri konstruksi yang mengintegrasikan seluruh informasi penting, mulai dari tahap desain awal hingga konstruksi akhir. Integrasi informasi ini kemudian dikaji dan dikomunikasikan melalui Desain dan Konstruksi Virtual (VDC). (Lee., 2016)

BIM 5D, yang berfokus pada penentuan *quantity take-off* suatu pekerjaan konstruksi, dianggap sangat berguna dan dibutuhkan karena akan berdampak langsung pada rencana anggaran biaya (Widiasanti et al., 2023).

2.3. Software TAS & TRB

BIM Cubicost adalah sebuah platform software terintegrasi yang dikembangkan oleh Glodon Costing Solution. Platform ini menawarkan serangkaian aplikasi canggih yang dirancang khusus untuk membantu para profesional konstruksi dalam berbagai aspek Building Information Modeling (BIM) 5D (Novraindi., 2018), kemudian literatur lain juga menjelaskan bahwa Cubicost merupakan sebuah platform software canggih yang didesain khusus untuk membantu *quantity surveyor* dan *estimator* dalam menghitung *quantity take-*

off dan *pricing* dengan ketepatan yang akurat. Platform ini merupakan produk dari *Glodon Costing Solution*, dan menawarkan berbagai aplikasi terkini yang relevan untuk pasar internasional (Adyaksa, 2021). BIM Cubicost memiliki kemampuan untuk menghitung volume secara rinci dan teliti sehingga dapat dibandingkan dengan perhitungan konvensional (Jonathan & Anondho., 2021). Penggunaan BIM Cubicost ini juga dapat membantu membuat pekerjaan pada bidang konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien (Herzanita & Anggraini., 2023)

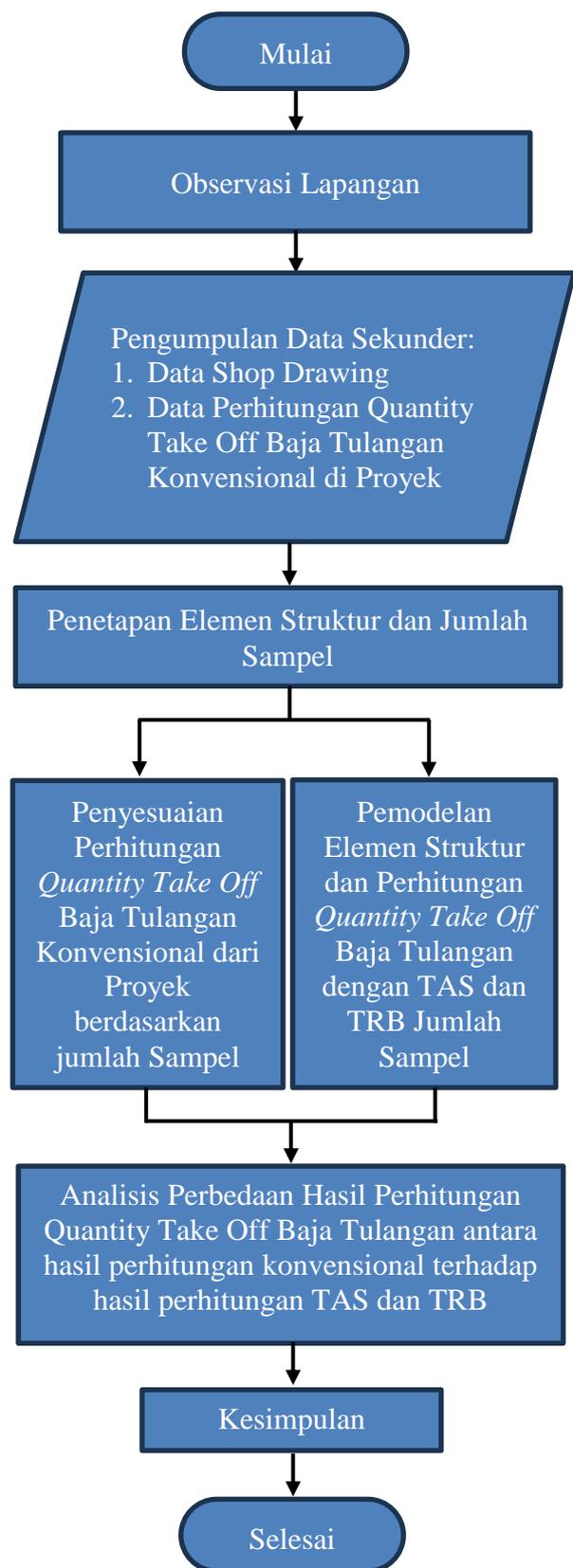
Glodon Cubicost memiliki dua jenis software yang dapat membantu perhitungan *quantity take-off* untuk bidang Struktur, Arsitektur dan Penulangan yaitu :

1. Cubicost TAS (*Take-off Architecture & Structure*)
Aplikasi Cubicost TAS dapat digunakan khusus untuk *quantity take-off* pada elemen arsitektur, struktur, serta finishingnya.
2. Cubicost TRB (*Take-off Reinforcement Bar*)
Aplikasi Cubicost TRB dapat digunakan khusus untuk *quantity take-off* pada elemen pembesian dengan detail dan hasil yang akurat.

Cubicost dapat melakukan *quantity take-off* dengan baik dan memiliki beberapa kelebihan seperti, memiliki efisiensi terhadap waktu karena dapat menghitung volume dan kemudahan merubah desain dengan lebih cepat dibandingkan dengan metode sebelumnya. (Suwarni, 2021).

3. Metodologi Studi

Objek Studi adalah Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai sampai dengan Jatinegara (Paket A) (Tahap II) ‘Pekerjaan Mainline I’, yang berlokasi tepat pada Stasiun Kereta Api Manggarai, Jalan Manggarai Utara 1, Manggarai, Tebet, Jakarta Selatan. Elemen yang ditinjau dari sampel *bored pile*, *Pile cap*, Kolom, dan Balok. Diagram alir penelitian di ditampilkan pada gambar 2.



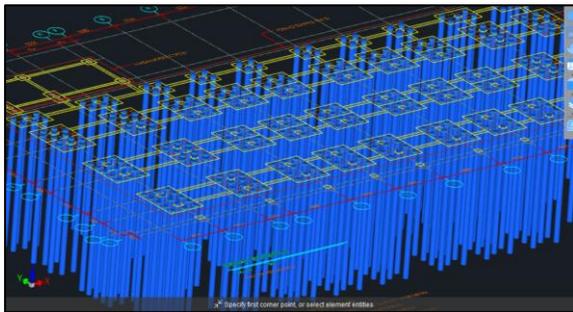
Gambar 2. Diagram Alir Studi Perbedaan Hasil Perhitungan *Quantity Take-Off*

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Penetapan Sampel Elemen Struktur

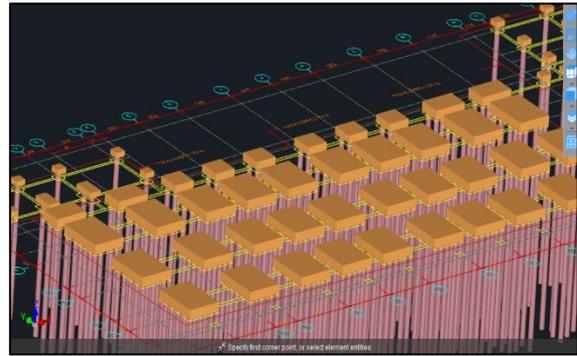
Pada studi ini tidak dilakukan pemodelan secara keseluruhan gedung, tetapi dipilih elemen struktur yang dapat mewakili struktur gedung karena output yang dibutuhkan bukanlah hasil *quantity take-off* total gedung, tetapi hasil perhitungan sampel elemen-elemen struktur tersebut diolah dengan cara konvensional dibandingkan terhadap hasil software TAS dan TRB, sehingga dari hasil perbandingan tersebut dapat di tarik kesimpulan penyebab terjadinya perbedaan hasil perhitungan antara dua metoda tersebut.

Ruang Lingkup yang dijadikan sampel adalah Pondasi bored pile pada grid 2-4 yang terdiri dari 174 elemen struktur pondasi *bored pile* yang tersebar sesuai dengan distribusi sesuai dengan gambar rencana. Hasil pemodelannya dapan dilihat pada gambar 3.



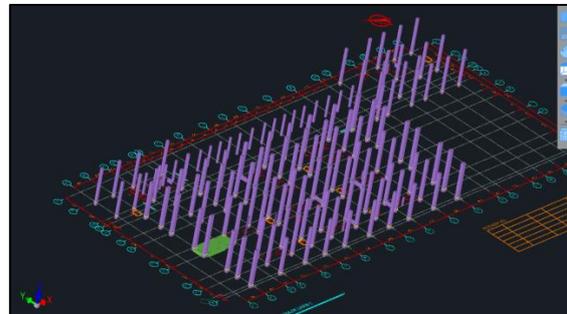
Gambar 3. Pemodelan *Bored Pile* dengan TAS & TRB

Pemodelan *pile cap* sesuai dengan posisi pondasi yang tersebar pada grid 2-4 yang terdiri dari beberapa jenis sesuai dengan konfigurasi *bored pile* yang akan di akomodir, diantaranya P4, P5, P6 dan P6' & P6' serta P7' & P7', dimana untuk hasil pemodelannya dapan dilihat pada gambar 4.



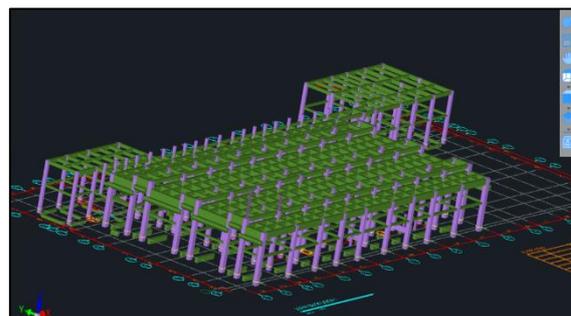
Gambar 4. Pemodelan *Pile Cap* dengan TAS & TRB

Volume kolom yang akan hitung pada grid 2-4 terdiri dari 2 jenis kolom yaitu kolom K1 dan K2 pada as 2,3 dan 4, untuk pemodelannya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pemodelan Kolom dengan TAS & TRB

Variasi balok yang terdapat pada grid 2-4 cukup banyak seperti : B1-B1', B2-B3, B7-B7', B8-B9, B10, B11, B5. Hasil pemodelan balok dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 6. Pemodelan Balok dengan TAS & TRB

4.2. Hasil Perhitungan *Quantity Take-off* dengan metoda Konvensional

Sampel elemen struktur yang sudah ditentukan merupakan objek yang akan dihitung secara konvensional dimana seluruh kompenel penulangan di hitung

secara manual dengan memperhatikan gambar kerja dari skema penulangan kolom dan detail elemen struktur yang akan hitung, kemudian dilakukan rekapitulasi pada elemen yang ditinjau, dimana hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 1.

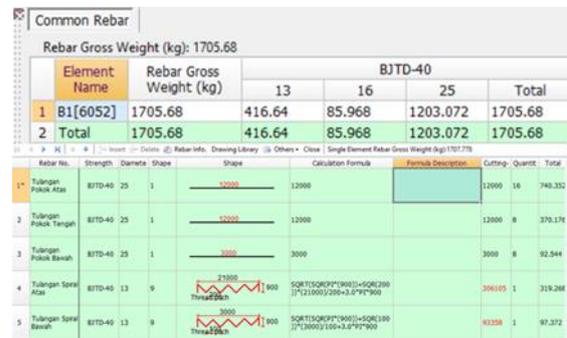
Tabel 1. Hasil Perhitungan Volume Baja Tulangan dengan Metoda Konvensional.

Nama	Element Name	Quantity (elemen)	Total Berat Besi (kg)
Bored Pile	B1	174	294.464,028
	P4	6	19.965,54
Pile cap	P5	2	8.141,24
	P6	2	8.141,24
	P6'	12	51.704,52
	P7'	8	34.997,36
	Kolom	K1 As 2	8
K2 As 2		2	21.366,03
K1 As 3,4		16	178.557,18
K2 As 3,4		4	47.392,54
Balok	B1-B1'	3	74.176,90
	B2-B3	10	25.935,90
	B7-B7'	3	88.218,30
	B8-B9	8	37.530,00
	B10	14	42.499,70
	B11	2	20.444,40
	B5	3	18.858,70

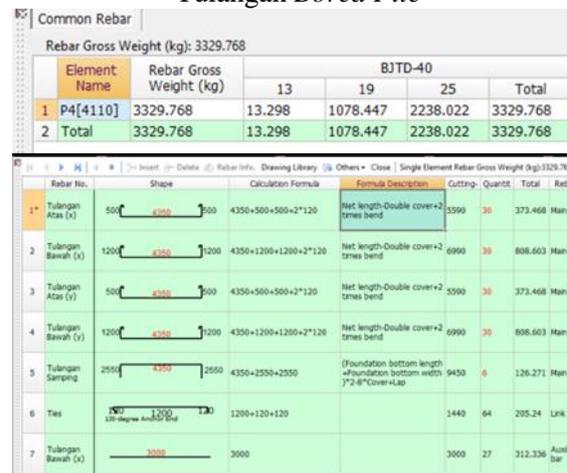
4.3. Hasil Perhitungan *Quantity take-off* dengan Cubicost TAS & TRB

Pada studi ini tidak dilakukan pemodelan secara keseluruhan gedung, tetapi dipilih elemen struktur yang dapat mewakili struktur gedung karena output

yang dibutuhkan bukanlah hasil *Quantity take-off* secara keseluruhan melainkan membandingkan hasil perhitungan konvensional terhadap hasil perhitungan TAS & TRB, dimana hasil perhitungan *bored pile* dan perhitungan *pile cap P04* dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. View *Quantity* dan *Cutting List* Baja Tulangan Bored Pile



Gambar 8. View *Quantity* dan *Cutting List* Baja Tulangan Pile Cap P04

Semua elemen yang menjadi sampel akan dilakukan perhitungan volume baja tulangan menggunakan software, kemudian dilakukan rekapitulasi terhadap semua hasil perhitungan. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil rekapitulasi perhitungan volume baja tulangan dengan software TAS & TRB

Nama	Element Name	Quantity (elemen)	Total Berat Besi (kg)
Bored Pile	B1	174	296.788,32
Pile cap	P4	6	19.982,87
	P5	2	8.146,56
	P6	2	8.146,56
	P6'	12	51.706,24
	P7'	8	35.009,41
Kolom	K1 As 2	8	80.448,38
	K2 As 2	2	21.379,97
	K1 As 3,4	16	178.692,66
	K2 As 3,4	4	47.422,70
Balok	B1-B1'	3	74.042,12
	B2-B3	10	25.923,82
	B7-B7'	3	88.290,85
	B8-B9	8	37.455,82
	B10	14	42.533,16
	B11	2	20.460,7
	B5	3	18.873,84

4.4. Perbandingan perhitungan Quantity take-off Baja Tulangan antara Metoda Konvensional dan Metoda BIM 5D Cubicost TAS & TRB

Perbandingan *quantity take-off* baja tulangan antara hasil dari perhitungan konvensional terhadap hasil software TAS & TRB di tampilkan dalam bentuk persentase dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta V = \frac{\text{Konvensional} - \text{Cubicost}}{\text{Konvensional}} \times 100\%$$

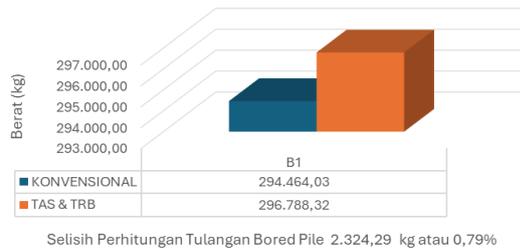
Hasil persentase perbandingan *quantity take-off* baja tulangan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil metoda konvensional terhadap software TAS & TRB

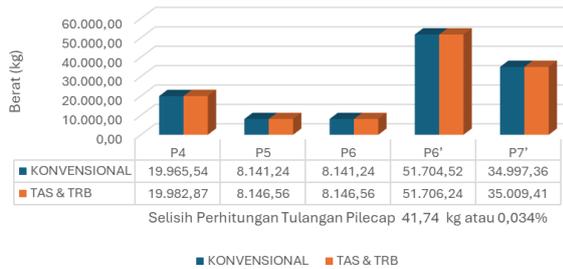
Nama	Total Berat Besi (Konvensional) (kg)	Total Berat Besi (TRB) (kg)	Selisih (kg)	Persentase (%)
Bored Pile	294.464,03	296.788,32	-2.324,29	-0,79%
Pilecap	19.965,54	19.982,87	-17,33	-0,09%
	8.141,24	8.146,56	-5,32	-0,07%
	8.141,24	8.146,56	-5,32	-0,07%
	51.704,52	51.706,24	-1,72	0,00%
Kolom	34.997,36	35.009,41	-12,05	-0,03%
	80.385,78	80.448,38	-62,60	-0,08%
	21.366,03	21.379,97	-13,94	-0,07%
Balok	178.557,18	178.692,66	-135,48	-0,08%
	47.392,54	47.422,70	-30,16	-0,06%
	74.176,90	74.042,12	134,78	0,18%
	25.935,90	25.923,82	12,08	0,05%
	88.218,30	88.290,85	-72,55	-0,08%
	37.530,00	37.455,82	74,18	0,20%
	42.499,70	42.533,16	-33,46	-0,08%
20.444,40	20.460,7	-16,30	-0,08%	
	18.858,70	18.873,84	-15,14	-0,08%

Nilai negatif (-) memiliki arti pada Cubicost TRB diperoleh jumlah penulangan yang lebih besar. Sedangkan yang memiliki nilai positif (+) memiliki arti pada Cubicost TRB diperoleh jumlah penulangan yang lebih kecil. Hasil dari perhitungan Cubicost TRB memperoleh hasil volume baja tulangan 1.055.303,98 kg, sedangkan hasil perhitungan konvensional proyek 1.052.779,36 kg sehingga diperoleh selisih sebesar 2.966,70 kg, kemudian jika di persentasakan akan didapatkan selisih sebesar 0,28%. Hasil ini memiliki arti bahwa pendekatan *quantity take-off rebar* yang dilakukan dengan TAS dan TRB sudah mampu mendekati dengan perhitungan konvensional yang ada di proyek.

Secara grafik, perbandingan *quantity take-off* pada elemen struktur dapat dilihat pada gambar 9 sampai gambar 12.



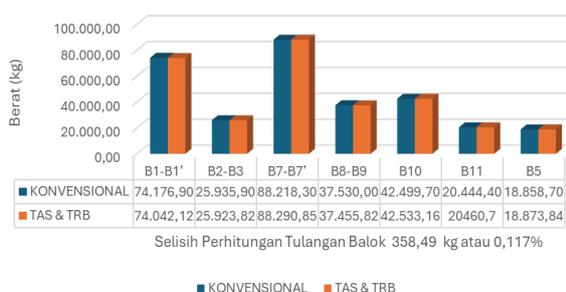
Gambar 9. Perbandingan Quantity take-off Baja Tulangan Bored Pile



Gambar 10. Perbandingan Quantity take-off Baja Tulangan Pile Cap



Gambar 11. Perbandingan Quantity take-off Baja Tulangan Kolom



Gambar 12. Perbandingan Quantity take-off Baja Tulangan Balok

Secara keseluruhan rasio selisih *quantity take-off* antara perhitungan konvensional dengan menggunakan Cubicost TRB didapatkan rata-rata dibawah 1%. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan Cubicost TRB dalam aspek tingkat ketelitian dalam perhitungan dapat dikatakan cukup tinggi dan sudah mendekati hasil perhitungan konvensional proyek.

Dalam proses perhitungan, metode penulangan di lapangan dilakukan secara bertahap, sehingga pemodelan penulangan pada Cubicost TRB di sesuaikan dengan kondisi lapangan. Untuk efisiensi dalam aspek waktu Cubicost dapat membantu karena perhitungan dan pemodelan sudah dilakukan secara otomatis dibandingkan dengan perhitungan manual yang dilakukan dengan cara mempelajari gambar terlebih dahulu, membuat rumus pada excel, dan *input* tulangan satu-persatu.

Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya selisih antara perhitungan BIM 5D dengan perhitungan manual. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan selisih antara kedua metode tersebut antara lain:

a. Perbedaan Asumsi

Selisih terjadi disebabkan oleh perbedaan asumsi perhitungan. Hal itu diperlihatkan pada perhitungan struktur *bored pile*, kolom, dan balok. Pada penulangan *bored pile*, *element* sengkang spiral memiliki perbedaan asumsi perhitungan, kemudian *element* spacer juga memiliki perbedaan asumsi perhitungan antara manual dengan Cubicost. Pada penulangan Kolom pada *element* tulangan pokok atas memiliki perbedaan asumsi. Pada penulangan Balok terdapat perbedaan asumsi pada *element* tulangan pokok atas.

b. Perbedaan Pembulatan Angka

Nilai berat besi tulangan pada perhitungan Cubicost dan perhitungan proyek memiliki perbedaan pada bagian angka dibelakang koma (.). Pada nilai berat besi tulangan pada Cubicost TRB menempatkan tiga angka dibelakang koma (.), sedangkan pada perhitungan di proyek menempatkan dua angka dibelakang koma (.). Diambil salah satu contoh pada besi D32 pada Cubicost TRB memiliki berat 6.318(kg/m), sedangkan pada perhitungan proyek memiliki berat 6.31(kg/m).

Perbedaan nilai angka dibelakang koma akan berpengaruh pada hasil penulangan

yang telah dihitung. Namun, perbedaan ini tidak membuat jumlah penulangan berbeda secara signifikan dan hanya berpengaruh pada berat penulangan saja, tidak berpengaruh terhadap *cutting list/bar bending schedule* tulangan.

c. Human Error

Perbedaan level pemahaman ini juga dapat menimbulkan potensi terjadinya kesalahan atau *human error*. Proses pengerjaan dengan BIM juga harus diikuti dengan pemahaman yang baik untuk memaksimalkan efisiensi. Oleh karena itu, faktor *human error* masih menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan mengenai perbandingan *quantity take-off* baja tulangan antara metoda konvensional terhadap metoda BIM 5D Cubicost pada struktur gedung Fasilitas Perkeretaapian Manggarai, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a) Perhitungan *quantity take-off* baja tulangan menggunakan BIM 5D TAS & TRB lebih cepat dari pada dengan metoda konvensional.
- b) Hasil perhitungan kedua metoda ini tidak identik sama yaitu hasil perhitungan TAS dan TRB memperoleh hasil volume baja tulangan sebesar 1.055.303,98 kg, sedangkan hasil perhitungan konvensional sebesar 1.052.779,36 kg, sehingga diperoleh selisih sebesar 2.966,70 kg, jika di persentasekan akan didapatkan selisih sebesar 0,28%. Selisih perhitungan tersebut terbilang kecil dan masuk toleransi.
- c) Penyebab terjadinya perbedaan *quantity take-off* baja tulangan menggunakan BIM 5D TAS & TRB dibandingkan metoda konvensional adalah : perbedaan asumsi, perbedaan pembulatan angka dan *human error*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adyaksa. (2021). *Mengenal Cubicost Sebagai Software Bidang Konstruksi*. Retrieved Maret 28, 2023, from <https://www.adhyaksapersada.co.id/pa-itu-cubicost/>
- Buwono, A. A. (2023). *Mengenal Teknologi Building Information Modeling (BIM) pada Penerapan Proyek Infrastruktur*. <https://depobeta.com/magazine/artikel/mengenal-teknologi-building-information-modeling-bimpada-penerapan-proyek-infrastruktur/>
- Dwiatmika, M. W. (2020). Analisis Loss Faktor Material Besi Beton pada Pekerjaan Struktur Beton Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rumah Sakit Bhayangkara. *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan VIII*, 1.(1), 273-280.
- Herzanita, A., & Anggraini, R. P. (2023). Perbandingan Estimasi Biaya Struktur Bangunan Antara Software Autodesk Revit Dengan Cubicost. *Construction and Material Journal*, 5(1), 1–11.
- Hutama, H., & Sekarsari, J. (2018). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), 25-31.
- Ghaffarianhoseini, A., Doan, D. T., Zhang, T., Naismith, N., & Tookey, J. (2016). A BIM readiness & implementation strategy for SME construction companies in the UK. *In Proceedings of the 33rd CIB W78 Conference*.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271-280.
- Lee, X. S. (2016). 5D Building Information Modelling—A Practicability Review. *In MATEC Web of Conferences EDP Sciences*. (66), 00026.

- Noviani, S. A., Mawardi Aman, & Sarwono Hardjomuljadi. (2021). Metode Building Information Modelling 5D Untuk Meminimalkan Klaim Konstruksi Yang Ditimbulkan Oleh Penyedia Jasa. *Konstruksia*, 13(1), 29–42.
- Novraindi, I. (2018). *Apa Itu Cubicost*. <https://irman-novriandi.com/apa-itu-cubicost/>
- Olsen, D. &. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and It's Limiting Factors. *Procedia engineering*, 196, 1098-1105.
- Sangadji, S., dkk (2019) Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. *jurnal matriks teknik sipil*, 7(4), 381-386.
- Suwarni, A. &. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Kolom Beton Antara Building Information Modeling (BIM) Dengan Metode Konvensional. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 75-83.
- Wibowo, A. (2021). *Evaluasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia*. 1–97.
http://repository.unissula.ac.id/22223/11/20201800050_fulltext.pdf
- Widiasanti, I., Wijaya, M. A., Anggraini, S., Balqis, O. A., Suryapratama, R. Y., & Prasetya, B. T. (2023). Penerapan Building Information Modeling (Bim) 5D pada Manajemen Biaya Proyek dalam Dunia Konstruksi Irika, *Jurnal Telenta Sipil* . 6 (2), 256–260.