

Implementasi BIM 5D pada Pekerjaan Beton Bertulang pada Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC di Balikpapan

Arman Sulfian Dani*, Reno Pratiwi, Suheriah Mulia Devi
Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Building Information Modeling (BIM), BIM 5D, Estimasi Biaya, Beton Bertulang, Rencana Anggaran Biaya (RAB).

***Correspondence email:**

armansulfian@gmail.com

Submitted: 09 September 2025

Revised: 27 September 2025

Accepted: 07 Januari 2026

Published: 01 Februari 2026

ABSTRAK

Perhitungan anggaran biaya oleh konsultan perencana umumnya masih menggunakan Microsoft Excel. Penggunaan metode konvensional ini sering kali rentan terhadap kesalahan akibat ketidaktelitian dalam menginterpretasikan data dan menghitung kompleksitas bangunan yang dirancang. Kondisi tersebut dapat menimbulkan selisih perhitungan dengan margin cukup signifikan yang berpotensi menyebabkan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan estimasi biaya yang lebih efisien, akurat, dan mampu menyajikan informasi proyek secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan volume dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton bertulang antara metode konvensional konsultan perencana dengan metode Building Information Modeling (BIM) 5D. Metode penelitian dilakukan dengan studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC Balikpapan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit untuk menghasilkan estimasi biaya berbasis BIM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih volume pekerjaan pembersihan dan beton adalah 0%, serta selisih perhitungan biaya pekerjaan beton bertulang juga sebesar 0%. Hal ini mengindikasikan bahwa estimasi biaya dengan BIM 5D sejalan dengan metode konvensional yang digunakan konsultan. Kesimpulannya, penggunaan BIM 5D dalam perhitungan RAB dapat memberikan hasil yang sama akuratnya dengan metode konvensional, namun memiliki nilai tambah dalam hal visualisasi, interaktivitas data, dan efisiensi proses pengambilan keputusan.

ABSTRACT

Keywords:

Building Information Modeling (BIM), BIM 5D, cost estimation, reinforced concrete, Cost Budget Plan (RAB).

The calculation of construction cost estimates by planning consultants generally still relies on Microsoft Excel. This conventional method is prone to errors due to inaccuracies in data interpretation and the complexity of building design calculations. Such conditions may result in significant discrepancies, potentially leading to cost overruns. Therefore, a more efficient and accurate approach to cost estimation is required, one that can also present project information comprehensively. This study aims to compare the calculation results of volume and Cost Budget Plan (RAB) for reinforced concrete works between the conventional method used by planning consultants and the Building Information Modeling (BIM) 5D method. The research was conducted as a case study on the SSC Tower Building Project in Balikpapan using Autodesk Revit software to generate BIM-based cost estimates. The results indicate that the difference in volume calculation for reinforcement and concrete works is 0%, and the difference in cost estimation for reinforced concrete works is also 0%. This finding suggests that the BIM 5D method produces results consistent with those of the conventional consultant method. In conclusion, BIM 5D application in cost estimation provides results as accurate as the conventional method, with added advantages in visualization, interactive project information, and efficiency in the decision-making process.

PENDAHULUAN

Salah satu sistem informasi manajemen proyek terancang saat ini adalah Building Information Modelling (BIM) (Govender, 2019). Keunggulan utama dari BIM adalah kemampuannya dalam menyimpan dan memanfaatkan data dari proses sebelumnya, sehingga informasi tersebut dapat ditransfer dan digunakan kembali dalam berbagai tahap proyek (Zahrizan, 2013). BIM memiliki potensi besar dalam berbagi informasi, memvisualisasikan progres konstruksi, serta menyajikan informasi secara cepat dan akurat (Dallasega, 2020). BIM terdiri dari berbagai dimensi yang memiliki fungsi masing-masing, antara lain 3D pemodelan dan parametrisasi desain, 4D penjadwalan material, tenaga kerja, dan waktu, 5D estimasi volume dan perencanaan biaya, 6D analisis keberlanjutan bangunan, 7D manajemen fasilitas, serta 8D keselamatan kerja dan rencana tanggap darurat. Dari berbagai dimensi tersebut, dimensi 5D sering dijadikan acuan dalam efisiensi biaya, baik pada tahap perencanaan maupun saat pelaksanaan proyek. Menurut Novianti (2021), BIM

5D berfungsi untuk memperkirakan aliran keuangan atau anggaran biaya proyek yang divisualisasikan dalam bentuk model 3D. Beberapa perangkat lunak yang mendukung konsep BIM 5D antara lain Tekla Structures, Autodesk Revit, dan Graphisoft Archicad. Menurut Arsjad dan Malingkas (2021), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan sebuah estimasi, sehingga hasilnya tidak akan 100% akurat. Namun, penelitian Arissaputra (2022) menunjukkan bahwa hasil Bill of Quantity menggunakan BIM 5D lebih efisien, yaitu 1,78% lebih kecil dibandingkan metode manual. Pada Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC Balikpapan, perhitungan biaya masih dilakukan secara konvensional, yaitu mengacu pada gambar Detail Engineering Design (DED) dan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel. Berdasarkan metode konvensional tersebut, diperoleh total biaya RAB sebesar Rp 22.127.583.705,38 untuk luas bangunan 4.118 m². Biaya pekerjaan beton sebesar Rp 2.333.355.814,35 dengan volume 979,60 m³, meliputi volume fondasi pile cap 45,25 m³, tie-beam 34,08 m³, plat lantai beton 406,74 m³, kolom beton 177,86 m³, balok beton 250,23 m³, ring balk beton 28,27 m³, serta tangga 37,18 m³. Pekerjaan pembesian senilai Rp 3.615.876.451,88 dengan volume 184.600,20 kg terdiri atas fondasi pile cap 7.582,42 kg, tie-beam 7.122,51 kg, plat lantai beton 57.080,60 kg, kolom beton 42.862,01 kg, balok beton 55.685,22 kg, ring balk beton 5.026,97 kg, dan tangga 9.240,46 kg. Karena perhitungan ini masih konvensional, maka belum diketahui tingkat efisiensi dan akurasi. Edwin (2021) menyatakan terdapat perbedaan sebesar 3,64% antara perhitungan volume beton menggunakan BIM 5D dibandingkan metode konvensional, yang umumnya masih berbasis gambar 2D. Sementara dengan BIM 5D, model 3D memungkinkan analisis volume dan biaya yang lebih akurat dari berbagai sudut pandang. Selain itu, implementasi BIM juga terbukti dapat mempercepat proses pengecekan volume pekerjaan struktur serta meminimalisasi selisih hasil perhitungan pada tahap *mutual check* 100 (Sianturi, Rachmat, & Saputra, 2023). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep BIM dimensi 5D pada Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC Balikpapan. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil perhitungan volume dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton bertulang antara metode konvensional dengan metode BIM 5D menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2024.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan metode estimasi biaya konstruksi yang lebih efisien, akurat, dan interaktif. Bagi praktisi, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam meningkatkan efektivitas perencanaan anggaran proyek. Sementara bagi akademisi, hasil penelitian ini dapat memperkaya kajian mengenai penerapan BIM 5D dalam manajemen proyek konstruksi di Indonesia.

METODE

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk memperoleh data yang memiliki tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2019). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang berlandaskan filsafat positivisme, menekankan pengukuran objektif, serta analisis data numerik dengan bantuan statistik (Creswell, 2014; Creswell & Creswell, 2018).

Menurut Arikunto (2013), penelitian kuantitatif berfokus pada pengukuran fenomena sosial secara objektif, sedangkan Nazir (2014) menegaskan bahwa metode ini berguna untuk menguji teori dan menemukan hubungan antarvariabel. Indrawan dan Yaniawati (2016) menyatakan bahwa penelitian kuantitatif ditandai dengan penggunaan angka sejak pengumpulan data hingga penyajian hasil. Hal ini sejalan dengan Kerlinger dan Lee (2000) yang memandang penelitian kuantitatif sebagai pengujian teori melalui variabel terukur, serta Neuman (2014) yang menekankan sifat deduktif dalam pendekatan ini.

Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari kontraktor pelaksana secara langsung dengan mengajukan surat permohonan ke kontraktor pelaksana pada Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC Balikpapan. Adapun data yang diperoleh sebagai berikut :

1. Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan
2. Dokumen Rencana Anggaran Biaya
3. Dokumen *Detail Engineering Design* (DED)

Penelitian ini menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk menganalisis dan Tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Tahap I Persiapan
Pada tahap ini dilakukan studi untuk menentukan topik atau latar belakang penelitian.
2. Tahap II Pengambilan Data
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang sesuai dengan topik penelitian.
3. Tahap III Analisis Data
Pada tahap ini dilakukan analisis data dari data yang telah didapatkan
4. Tahap IV Pengambilan Keputusan
Pada tahap ini data yang telah dianalisis dibuat kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.
5. Tahap V Kesimpulan dan Saran
Berisikan kesimpulan dan saran yang telah didapatkan.

HASIL

1. Informasi Proyek

- Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Tower SSC Balikpapan.
- Lokasi Proyek : Kota Balikpapan
- Pemilik Proyek : SSC WORKS
- Perencana Proyek : PT. SSC WORKS
- Pelaksana Proyek : PT. SSC WORKS
- Total Biaya Proyek : Rp 24.561.618.000
- Jumlah lantai : 8 lantai terdiri dari lantai *basement*, lantai 1 sampai lantai 6 dan *roof top*

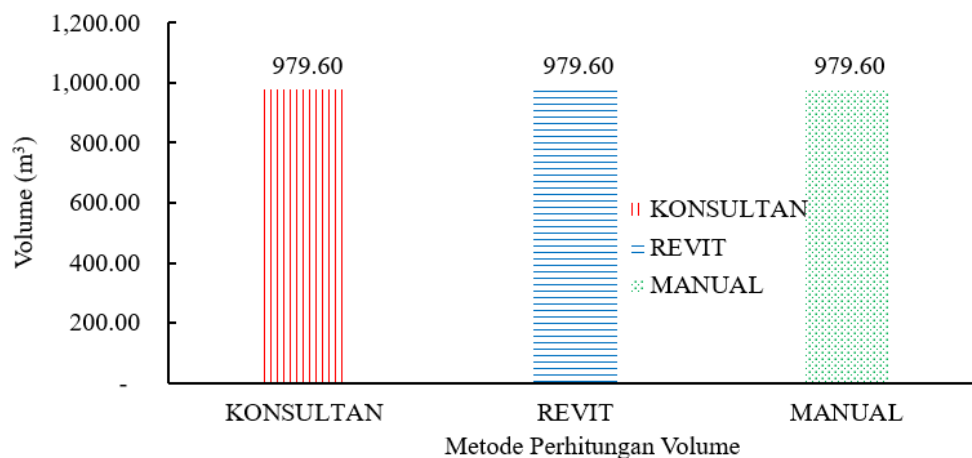
2. Hasil Analisa

Perbandingan Volume Pembesian dapat dilihat pada Gambar 1 dan hasil rekapitulasi volume beton disajikan dalam bentuk penjelasan yang menggambarkan data sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Volume Pekerjaan Beton

No.	Item Pekerjaan	Volume Beton (m ³)		
		Konsultan	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi	45,25	45,25	45,25
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	34,08	34,08	34,08
3	Pekerjaan Plat Lantai	406,74	406,74	406,74
4	Pekerjaan Kolom	177,86	177,86	177,86
5	Pekerjaan Balok	250,23	250,23	250,23
6	Pekerjaan <i>Ring</i> Balok	28,27	28,27	28,27
7	Tangga Beton	37,18	37,18	37,14
	Total	979,60	979,60	979,60

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel* 2021, Tahun 2025



Gambar 1. Grafik Perbandingan Volume Beton

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel* 2021, Tahun 2025

Berdasarkan nilai rekapitulasi volume beton diatas maka dapat diketahui total volume beton pada konsultan sebesar 979,60 m³ sedangkan untuk total volume beton metode BIM menggunakan *Autodesk Revit* sebesar 979,60 m³ maka dapat diketahui selisih nilai volume besi dan persentase penurunan volume sebagai berikut.

Selisih = Nilai Volume Konsultan – Nilai Volume Revit
 = 979,60 – 979,60
 = 0 m²

Persentase Penurunan = Selisih / Nilai Volume Konsultan x 100%
 = 0 / 979,60 x 100%
 = 0%

Dari perhitungan di atas tidak didapatkan selisih antara nilai volume konsultan perencana dan nilai volume metode BIM dari *software Autodesk Revit* sebesar 0 m³ dan tidak terdapat persentase penurunan nilai volume sebesar 0 %. Sedangkan untuk nilai volume beton perhitungan menggunakan metode BIM dengan perhitungan manual memiliki nilai yang sama.

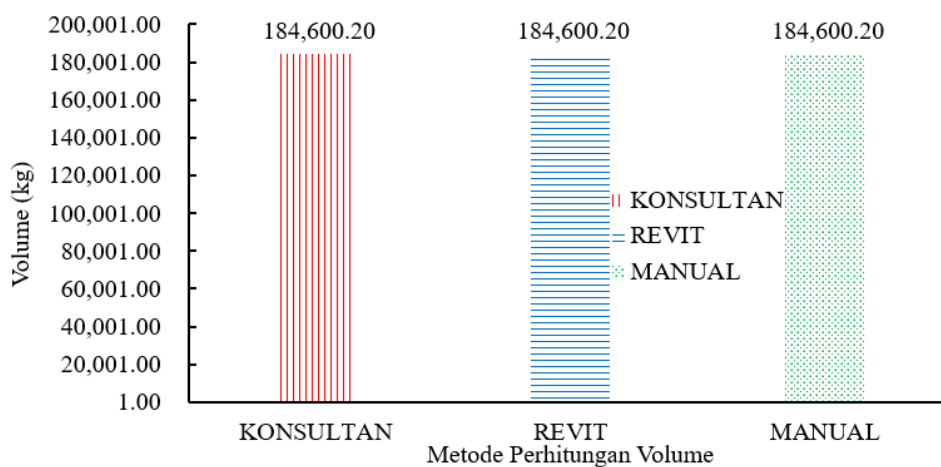
3. Analisa Perbandingan Volume Pembesian

Dari hasil perhitungan volume pembesian di atas selanjutnya akan diperoleh rekapitulasi volume dari masing masing item pekerjaan pada semua metode. Hasil rekapitulasi volume pembesian dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Volume Pekerjaan Pembesian

No.	Item Pekerjaan	Volume Pembesian (Kg)		
		Konsultan	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi	7.582,42	7.582,42	7.582,42
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	7.122,51	7.122,51	7.122,51
3	Pekerjaan Plat Lantai	57.080,60	57.080,60	57.080,60
4	Pekerjaan Kolom	42.862,01	42.862,01	42.862,01
5	Pekerjaan Balok	55.685,22	55.685,22	55.685,22
6	Pekerjaan <i>Ring</i> Balok	5.026,97	5.026,97	5.026,97
7	Tangga Beton	9.240,46	9.240,46	9.240,46
	Total	184.600,20	184.600,20	184.600,20

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel* 2021, Tahun 2025



Gambar 2. Grafik Perbandingan Volume Pembesian

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel* 2021, Tahun 2025

Berdasarkan nilai volume besi di atas maka dapat diketahui total volume besi pada konsultan sebesar 184.600,20 kg sedangkan untuk total volume besi menggunakan metode BIM dengan *software Autodesk Revit* sebesar 182.801,85 kg maka dapat diketahui selisih nilai volume besi dan persentase penurunan volume sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \text{Nilai Volume Konsultan} - \text{Nilai Volume Revit} \\ &= 184.600,20 - 184.600,20 \\ &= 0 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan} &= \text{Selisih} / \text{Nilai Volume Konsultan} \times 100\% \\ &= 0 / 184.600,20 \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan selisih antara nilai volume konsultan perencana dan nilai volume metode BIM dari *software Autodesk Revit* sebesar 0kg dan juga persentase penurunan nilai volume sebesar 0%. Sementara nilai volume metode BIM dengan perhitungan manual memiliki nilai volume yang hampir sama.

4. Analisa Perbandingan Biaya Beton

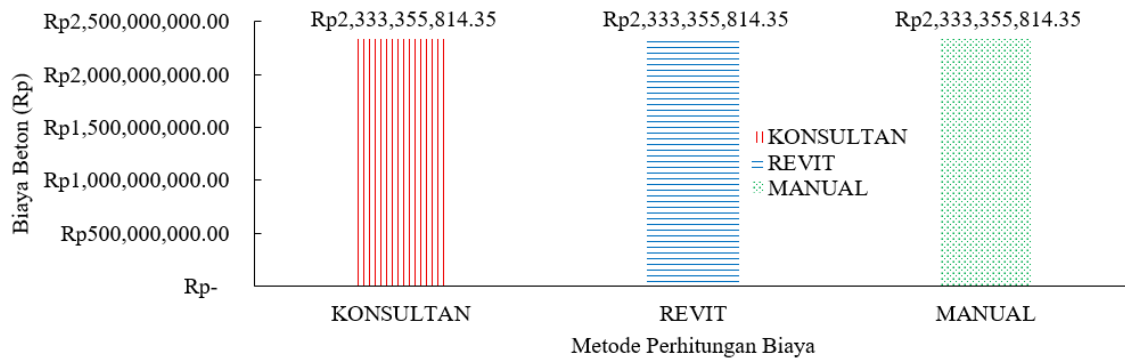
Berdasarkan hasil perhitungan biaya yang sudah dilakukan sebelumnya sehingga diperoleh rincian biaya dari beton pada setiap item pekerjaan dan juga metode yang digunakan pada proyek ini. Hasil dari rekapitulasi rincian biaya beton dan rekapitulasi biaya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rincian Biaya Beton

No.	Item Pekerjaan	Konsultan	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi	Rp 107.780.316,76	Rp 107.780.316,76	Rp 107.780.316,76
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	Rp 81.164.504,64	Rp 81.164.504,64	Rp 81.164.504,64
3	Pekerjaan Plat Lantai	Rp 968.819.543,90	Rp 968.819.543,90	Rp 968.819.543,90
4	Pekerjaan Kolom	Rp 423.649.416,38	Rp 423.649.416,38	Rp 423.649.416,38

No.	Item Pekerjaan	Konsultan	Revit	Manual
5	Pekerjaan Balok	Rp 596.033.027,48	Rp 596.033.058,29	Rp 596.033.058,29
6	Pekerjaan Ring Balok	Rp67.339.027,48	Rp 67.339.027,48	Rp67.339.027,48
7	Tangga Beton	Rp88.569.946,90	Rp88.569.946,90	Rp88.569.946,90
	Total	Rp2.333.355.814,35	Rp2.333.355.814,35	Rp2.333.355.814,35

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021*, Tahun 2025



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya Beton

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021*, 2025

Diketahui berdasarkan Tabel 3 biaya beton dari konsultan perencana yang masih menggunakan metode konvensional dalam melakukan perhitungan adalah sebesar Rp 2.333.355.814,35 sedangkan total nilai biaya beton untuk metode BIM dengan bantuan *Software Autodesk Revit* sebesar Rp 2.333.355.814,35 Adapun selisih harga dan persentase penurunan harga perhitungannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \text{Total Biaya Konsultan} - \text{Total Biaya Revit} \\ &= \text{Rp. } 2.333.355.814,35 - \text{Rp. } 2.333.355.814,35 \\ &= \text{Rp. } 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan} &= \text{Selisih} / \text{Total Biaya Konsultan} \times 100\% \\ &= 0 / \text{Rp. } 2.333.355.814,35 \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan selisih biaya antara konsultan perencana yang masih menggunakan metode konvensional dan biaya metode BIM dengan bantuan *Autodesk Revit*, dimana biaya selisih antara kedua metode tersebut sebesar Rp 0 dengan persentase penurunan harga sebesar 0%.

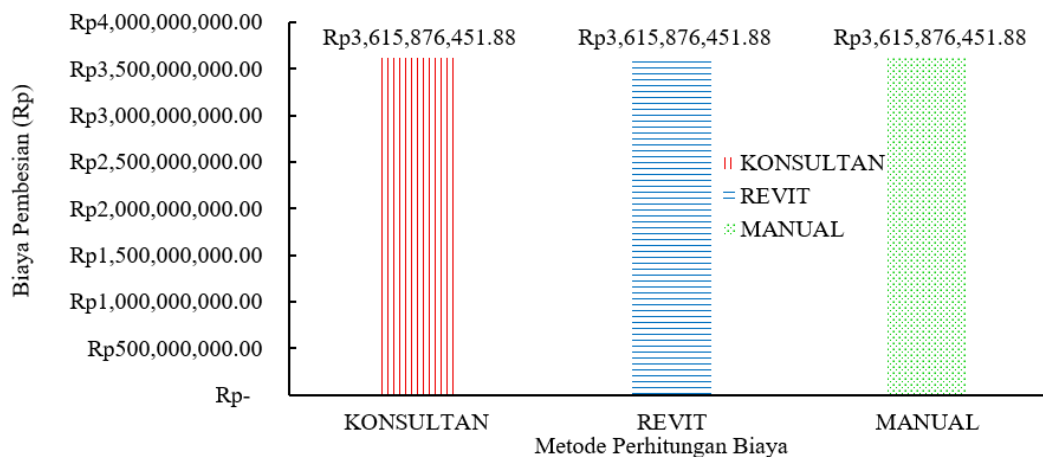
5. Analisa Perbandingan Biaya Pembesian

Berdasarkan hasil perhitungan biaya yang sudah dilakukan sebelumnya maka selanjutnya diperoleh rincian biaya dari pembesian pada setiap item pekerjaan dan juga metode yang digunakan pada proyek ini. Hasil dari rekapitulasi rincian biaya pembesian dan rekapitulasi biaya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rincian Biaya Pembesian

No.	Item Pekerjaan	Konsultan	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi	Rp 157.888.833,53	Rp 157.888.833,53	Rp 157.888.833,53
2	Pekerjaan Tie Beam	Rp 143.516.307,63	Rp 143.516.307,63	Rp 143.516.707,63
3	Pekerjaan Plat Lantai	Rp1.035.901.032,81	Rp1.035.901.032,81	Rp 1.035.901.032,81
4	Pekerjaan Kolom	Rp 854.832.262,53	Rp 854.832.262,53	Rp 854.832.262,53
5	Pekerjaan Balok	Rp1.130.385.052,71	Rp1.130.385.052,71	Rp 1.130.385.052,71
6	Pekerjaan Ring Balok	Rp 100.938.387,47	Rp 100.938.387,47	Rp 100.938.387,47
7	Tangga Beton	Rp 192.414.175,21	Rp 192.414.175,21	Rp 192.414.175,21
	Total	Rp3.615.876.451,88	Rp3.615.876.451,88	Rp3.615.876.451,88

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021*, Tahun 2025



Gambar 4. Grafik Perbandingan Biaya Pembesian

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021, 2025*

Diketahui berdasarkan Tabel 4 total nilai biaya pembesian dari konsultan perencana yang masih menggunakan metode konvensional dalam melakukan perhitungan adalah sebesar Rp 3.615.876.451,88 sedangkan total nilai biaya pembesian untuk metode BIM dengan bantuan *Software Autodesk Revit* sebesar Rp 3.615.876.451,88 Adapun selisih harga dan persentase penurunan harga perhitungannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= \text{Total Biaya Konsultan} - \text{Total Biaya Revit} \\ &= \text{Rp. } 3.615.876.451,88 - \text{Rp. } 3.615.876.451,88 \\ &= \text{Rp. } 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penurunan} &= \text{Selisih} / \text{Total Biaya Konsultan} \times 100\% \\ &= 0 / \text{Rp. } 3.615.876.451,88 \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan selisih biaya antara konsultan perencana yang masih menggunakan metode konvensional dan biaya metode BIM dengan bantuan *Autodesk Revit*, dimana biaya selisih antara kedua metode tersebut sebesar Rp 0 dengan persentase penurunan harga sebesar 0%. Sedangkan selisih antara perhitungan manual oleh peneliti dengan metode BIM hanya Rp 0.

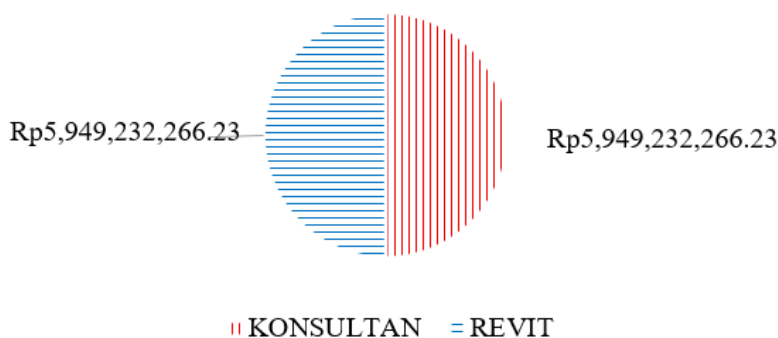
6. Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

Dapat diketahui total biaya hasil perhitungan rencana anggaran biaya dari perhitungan biaya pembesian dan juga biaya beton dari metode perhitungan konsultan perencana dan juga hasil perhitungan metode BIM dengan bantuan *Autodesk Revit* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Total Biaya Pembesian dan Biaya Beton

No.	Item Pekerjaan	Konsultan	Revit
1	Biaya Pembesian	Rp3.615.876.451,88	Rp3.615.876.451,88
2	Biaya Beton	Rp2.333.355.814,35	Rp2.333.355.814,35
	Total	Rp5.949.232.266,23	Rp5.942.686.633,70

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021, 2025*



Gambar 4. Grafik Perbandingan Total Biaya

Sumber : Hasil analisis melalui *Microsoft Excel 2021, 2025*

Berdasarkan Tabel 5 diketahui total biaya pembesian dan juga beton dari metode konvensional oleh konsultan adalah Rp 5.949.232.266,23, sedangkan total biaya pembesian dan beton metode BIM yang menggunakan *Autodesk Revit* adalah Rp 5.949.232.266,23. Apabila dilakukan perhitungan selisih harga dan penurunan persentasenya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Selisih} &= \text{Total Biaya Konsultan} - \text{Total Biaya Revit} \\ &= \text{Rp. 5.949.232.266,23} - \text{Rp. 5.949.232.266,23} \\ &= \text{Rp. 0} \\ \text{Persentase Penurunan} &= \text{Selisih} / \text{Total Biaya Konsultan} \times 100\% \\ &= 0 / \text{Rp. 5.949.232.266,23} \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

Dengan demikian, bahwa penerapan metode BIM khususnya melalui *Autodesk Revit*, mampu memberikan hasil perhitungan harga satuan yang sama dan akurat. Hal ini berpotensi meningkatkan efisiensi dalam pengadaan material dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Selain itu, penggunaan metode BIM juga dapat mengurangi potensi *waste* dan menghasilkan **penghematan biaya** secara signifikan.

SIMPULAN

Selisih volume pada pekerjaan beton antara perhitungan konsultan dan revit sebesar 0 m³ atau 0%, sedangkan Selisih volume pekerjaan pembesian sebesar 0 kg atau 0%. Dimana Perbedaan perhitungan volume pekerjaan menggunakan metode BIM 5D menunjukkan hasil perhitungan yang sama dengan perhitungan konsultan.

Perbandingan Rencana Anggaran Biaya menggunakan metode BIM 5D pada pekerjaan struktur (Fondasi, *Sloof*, Plat lantai, kolom, balok dan *ring balk*) dengan bantuan perangkat lunak *Autodesk Revit 2024* sebesar Rp 5.949.232.266,23, sedangkan menggunakan metode konvensional sebesar Rp 5.949.232.266,23, dengan selisih biaya sebesar Rp0 atau 0%. Dari hasil perhitungan biaya menunjukkan bahwa penggunaan metode BIM menghasilkan perhitungan biaya yang sama dengan perhitungan konsultan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Arissaputra, R., Sari, D. P., & Aulia, A. (2022). Penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam perbandingan quantity take off material pada proyek pembangunan BSI Tower Jakarta. *ResearchGate*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage.
- Dallasega, P., Rauch, E., Matt, D., & Fronk, A. (2020). BIM-Based Construction Progress Measurement of Non-Repetitive HVAC Installation Works. *International Group for Lean Construction (IGLC)*.
- Govender, R., Saba, G., Ham, N., Hou, L., Moon, S., & Kim, J.-J. (2019). Appraisal of Building Information Modeling (BIM) Curriculum for Early-Career Construction-Industry Professionals: Case Study at C Educational Institute in Korea. *International Journal of Construction Management*, 22(5).
- Indrawan, R., & Yaniawati, P. (2016). *Metodologi penelitian*. Refika Aditama.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2000). *Foundations of behavioral research* (4th ed.). Harcourt College Publishers.
- Mokolensang, V. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. Y. (2021). Analisis Rencana Anggaran Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Papua 1 di Distrik Muara Tami Kota Jayapura Provinsi Papua. *Jurnal Sipil Statik*, 9(4), 619–624.
- Nazir, M. (2014). *Metode penelitian*. Ghalia Indonesia.
- Neuman, W. L. (2014). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th ed.). Pearson Education Limited.
- Noviani, R., Amin, M., & Hardjomuljadi, S. (2021). Analisis Pekerjaan Beton Bertulang dengan Building Information Modelling (BIM) 5D. Universitas Ibn Khaldun.
- Setiawan, E. B. (2021). Implementasi Building Information Modeling (BIM) 5D pada Estimasi Volume Beton: Studi Kasus Perbandingan Metode Konvensional dan BIM 5D. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 123–130.
- Sianturi, N. T., Rachmat, H., & Saputra, A. (2023). Implementasi Building Information Modeling (BIM) terhadap Mutual Check 100 pada Pekerjaan Struktur Proyek Rusun Asrama Polisi Pingit Yogyakarta. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2), 145–154.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (2nd ed.). Alfabeta.
- Zahrizan, Z., Ali, N. M., Haron, A. T., Marshall-Ponting, A. J., & Hamid, Z. A. (2013). Exploring the Adoption of Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian Construction Industry: A Qualitative Approach. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(8).