

Analisis Pekerjaan Beton Bertulang dengan Building Information Modelling (BIM) 5D pada Proyek Pembangunan Kantor dan Pos Jaga *Depot Supply Point* Pertamina *Lubricants* Tarakan

Zam Zam Dade Putra¹, Fachry Danuarta², Reno Pratiwi³, Irna Hendriyani⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Balikpapan

Email: 197011491@uniba-bpn.ac.id; 197011417@uniba-bpn.ac.id; irna.hendriyani@uniba-bpn.ac.id; reno.pratiwi@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Perhitungan anggaran biaya oleh konsultan sebagian besar masih menggunakan Microsoft Excel. Hal tersebut menyebabkan peluang terjadinya *error* karena ketidakteelitian interpretasi dan perhitungan dalam mengelaborasi kompleksitas bangunan yang akan dibangun. Perhitungan yang masih menggunakan excel pada proyek pembangunan dimana dapat mengakibatkan selisih perhitungan jauh lebih besar sehingga mengakibatkan terjadinya pembengkakan biaya. Untuk itu perlu membutuhkan perencanaan estimasi biaya yang lebih efektif. Salah satu sistem informasi manajemen proyek sangat terbaru masa kini yakni *Building Information Modelling* (BIM). BIM mempunyai banyak peluang dalam memvisualisasi kemajuan konstruksi, memvisualisasi informasi, memberi informasi secara cepat. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan BIM 5D (*software Autodesk Revit*) yang berfungsi memperkirakan anggaran biaya suatu proyek. Angka Rencana Anggaran Biaya (RAB) tidak akan 100% akurat. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui perbandingan dan selisih perhitungan volume serta RAB menggunakan BIM dimensi 5D dengan perhitungan Konsultan Perencana pada Pekerjaan Beton Bertulang di Proyek Pembangunan *Office* dan *Post Security Depot Supply Point* Pertamina *Lubricants* Tarakan. Hasil dari perhitungan volume pembedaan dengan metode BIM 5D dan Konsultan Perencana terdapat sebesar 3,83%, sedangkan pada pekerjaan beton terjadi selisih sebesar 4,37%. Sementara hasil dari perhitungan RAB pekerjaan beton bertulang terjadi selisih biaya sebesar 4.10%.

Kata Kunci: *Building Information Modelling* (BIM), 5D, RAB, Volume

ABSTRACT

The calculation of the cost budget by consultants mostly uses Microsoft Excel. This causes opportunities for errors due to inaccuracies in interpretation and calculation in elaborating the complexity of the building to be built. Calculations that still use excel in development projects where it can result in a much larger calculation difference resulting in cost overruns. For this reason, it is necessary to require more effective cost estimation planning. One of the latest project management information systems today is Building Information Modeling (BIM). BIM has great potential to share visualize information, visualize construction progress, provide information quickly. Therefore, this research uses BIM 5D (Autodesk Revit software) which functions to estimate the cost budget of a project. The Plan Budget Cost (RAB) figure will not be 100% accurate. The purpose of this study is to determine the comparison and difference in volume calculations and RAB using BIM 5D dimensions with calculations of Planning Consultants on Reinforced Concrete Works in the Office and Post Security Depot Supply Point Pertamina Lubricants Tarakan Construction Project. The results of the calculation with BIM 5D method and the Planner Consultant obtained the results of the calculation of the difference where the comparison of the volume of reinforcement is a difference of 3.83% while in concrete work the difference is 4.37%. Meanwhile, the results of the RAB calculation on reinforced concrete work cost difference of 4.10%

Key words: *Building Information Modelling* (BIM), 5D, Cost, Volume

Submitted: 11 Jan 2024	Reviewed: 24 Jan 2024	Revised 18 Feb 2024	Published: 01 August 2024
----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

PENDAHULUAN

Salah satu sistem informasi manajemen proyek yang tercanggih masa kini ialah *Building Information Modelling* (BIM) (Govender, et al., 2019). Keuntungan dari BIM ialah kaya terhadap informasi data dengan proses terdahulu yang nantinya mampu digunakan kembali maupun ditransfer (Zakaria, Nasly, Haron, & Marshall-Ponting, 2013). BIM mempunyai banyak peluang dalam macam-macam memvisualisasi kemajuan konstruksi, memvisualisasi informasi, juga dengan cepat memberi informasi (Dallasega, Revolti, Sauer, Schulze, & Rauch, 2020). BIM memiliki 8 dimensi dengan fungsi dan kegunaannya yang berbeda (Nugroho, Latief, Mulyono, & Zaman, 2022).

Dimensi pada BIM terdiri dari 3D (pemodelan dan parametik), 4D (penjadwalan material, pekerja, dan waktu), 5D (perhitungan volume dan perencanaan biaya), 6D (dampak kelangsungan bangunan), 7D (fasilitas manajemen) dan 8D (keselamatan dan rencana tanggap darurat). Pada penelitian ini akan menggunakan BIM 5D. (Noviani, Amin, & Hardjomuljadi, 2021) menyatakan BIM 5D berfungsi untuk memperkirakan aliran keuangan atau anggaran biaya suatu proyek yang divisualisasikan dengan model 3D. Beberapa software pendukung konsep BIM 5D antara lain Tekla Structure, Autodesk Revit, dan Graphisoft Archicad. (Mokolensang, Arsjad, & Malingkas, 2021) mengatakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Sebagaimana namanya, rencana, RAB menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh tidak sepenuhnya akurat. RAB berperan besar terhadap pelaksanaan proyek. RAB dipersiapkan melalui estimasi biaya komponen-komponennya dengan memperhitungkan faktor waktu pelaksanaan pekerjaan. Menurut (Setiawan & Abma, 2021) terdapat perbedaan atau selisih antara perhitungan volume menggunakan BIM dimensi 5D dengan perhitungan Konsultan Perencana Perencana, dimana hasil volume yang didapatkan dari BIM dimensi 5D lebih kecil 3,64% dibandingkan perhitungan Konsultan Perencana Perencana. (Arissaputra, 2022) dari penelitiannya menyatakan hasil *bill of quantity* yang didapatkan menggunakan metode BIM 5D pada software Autodesk Revit 2020 lebih kecil 1,78% dibandingkan perhitungan secara manual.

Pada proyek pembangunan *Office* dan *Post Security Depot Supply Point* Pertamina Lubricants di Tarakan nilai proyek hasil dari perhitungan RAB yang dihitung Konsultan

Perencana pada pekerjaan beton bertulang bernilai Rp. 96.838.459,64. Dimana total dari biaya proyek dengan luasan keseluruhan bangunan 24 m² bernilai Rp. 329.221.000,00. Adapun nilai volume yang dilakukan dengan perhitungan Konsultan Perencana tiap item pekerjaan pada pekerjaan beton bertulang adalah Pekerjaan Fondasi Footplate (80×80×30) 1,54 m³, Pekerjaan Kolom Pedestal (25×25) 2,65 m³, Pekerjaan Sloof (20×30) 1,56 m³, Pekerjaan Plat Lantai (10 cm) 2,4 m³, Pekerjaan Balok (20×30) 2,06 m³, dan Pekerjaan Plat Dak (15 cm) 7,2 m³ dimana total perhitungan volume beton oleh Konsultan Perencana pada pekerjaan beton bertulang senilai 17,41 m³ dan volume pembesian senilai 1.549,997 kg. Menurut beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan diketahui bahwa perhitungan secara konvensional memiliki hasil yang lebih besar karena ketidakteelitian interpretasi dan perhitungan dalam mengelaborasi kompleksitas bangunan dibandingkan menggunakan konsep BIM.

Sehingga berdasarkan latar belakang diatas maka akan dilaksanakannya penelitian melalui penggunaan konsep dimensi 5D BIM dibantu oleh perangkat lunak Autodesk Revit 2020. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan BIM dimensi 5D akan didapatkan selisih perhitungan volume dan rencana anggaran biaya antara metode BIM dan perhitungan Konsultan Perencana pada Proyek Pembangunan *Office* dan *Post Security Depot Supply Point* Pertamina Lubricants Tarakan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

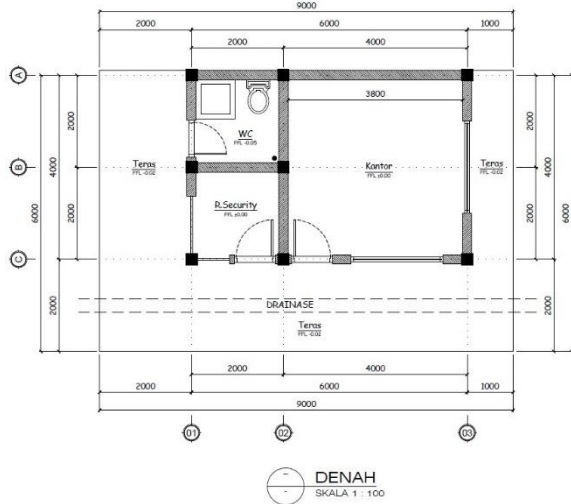
Metode penelitian yang dipergunakan pada penelitian ini ialah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang dilandasi oleh filsafat positivisme, digunakan dalam meneliti suatu populasi maupun sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan analisis data bersifat kuantitatif/artistik, instrumen penelitian, serta tujuannya untuk mengujikan hipotesis yang akan diajukan (Sugiyono, 2019). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni pengumpulan data, studi literatur, kolaborasi serta pemodelan dan analisis estimasi biaya.

Data Penelitian

Data diperoleh pada penelitian ini meliputi:

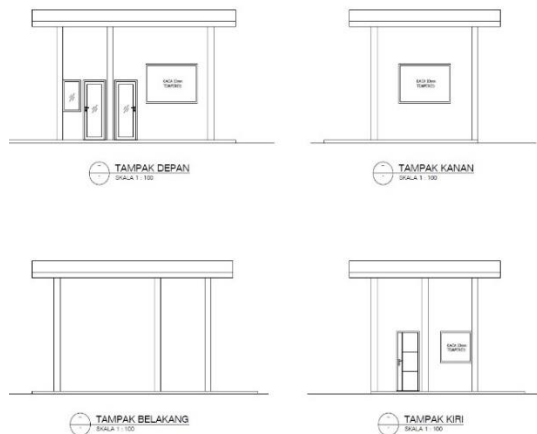
1. Dokumen Analisa Harga Satuan Pekerjaan, 2021
2. Dokumen Rencana Anggaran Biaya, 2021

- Daftar harga satuan upah dan bahan
 - Analisa harga satuan pekerjaan
 - Rencana anggaran biaya
 - Rekapitulasi rencana anggaran biaya
3. Dokumen *Detail Engineering Design* (DED), 2022
- Denah bangunan



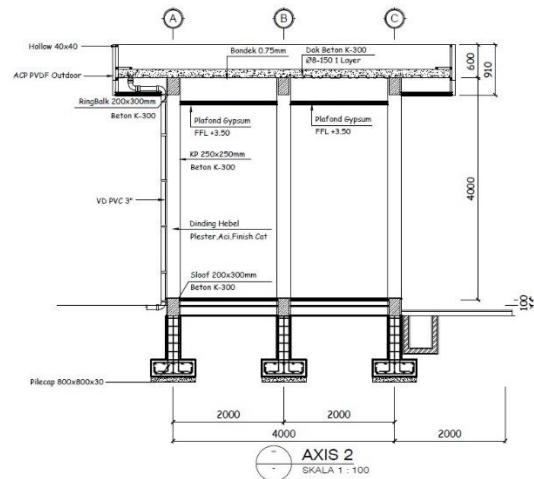
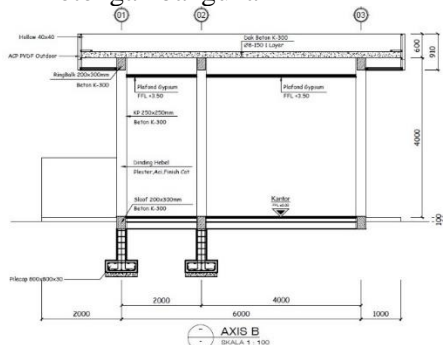
Gambar 1. Denah Bangunan
(sumber: Data Analisis, 2023)

- Tampak bangunan



Gambar 2. Tampak Bangunan
(sumber: Data Analisis, 2023)

- Potongan bangunan



Gambar 3. Potongan Bangunan
(sumber: Data Analisis, 2023)

- Rencana sloof
- Rencana kolom
- Rencana balok

Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

Suatu langkah yang dijalankan melalui membaca tiap literatur yang berkaitan pada riset berupa penelitian terdahulu, beberapa jurnal penelitian serta buku panduan/manual dari software Autodesk Revit yang dijadikan pedoman untuk mendalami serta mempelajari penggunaannya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berbentuk dokumen rencana anggaran biaya dengan metode Konsultan Perencana, dokumen analisa harga satuan pekerjaan, serta detail engineering design (DED) atas perencanaan pekerjaan balok serta kolom pada proyek pembangunan *Office dan Post Security Depot Supply Point Pertamina Lubricants* di Tarakan. Semua dokumen dikumpulkan dan didapatkan dari kontraktor pelaksana.

3. Pemodelan BIM dan Perencanaan Biaya Pekerjaan

Pendekatan pemodelan yang mempergunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2020 *student version* Hal ini dilakukan dengan memadukan pemodelan pada BIM 3D melalui metode jaringan server. Pemodelan dapat dikerjakan bersamaan pada sebuah berkas hingga tiap pekerjaan mampu disinkronisasikan keseluruhannya. Setelah proses desain selesai selanjutnya perencanaan biaya pekerjaan dengan tahap awal yakni mengeluarkan nilai volume atau quantity dari masing-masing pekerjaan.

Untuk analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) yang digunakan adalah berdasarkan data dari proyek, sehingga koefisien yang digunakan antara perhitungan Konsultan Perencana Perencana dengan metode BIM bisa di samakan. Selanjutnya hasil analisa harga satuan dimasukkan dalam Revit 2019 dan di kalkulasi bersama volume pekerjaan yang sudah didapatkan guna untuk menganalisis keperluan estimasi biaya.

4. Kesimpulan Penelitian
Tahap ini ialah tahap dari kesimpulan yang terhubung dengan tujuan penelitian.

Tempat dan waktu penelitian

Tempat penelitian berada di *Depot Supply Point Pertamina Lubricants*, Jalan Kusuma Bangsa, Kelurahan Gunung Lingkas, Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan dengan waktu sekitar 7 bulan.



Gambar 4. Lokasi Proyek (sumber: Google Earth, 2023)

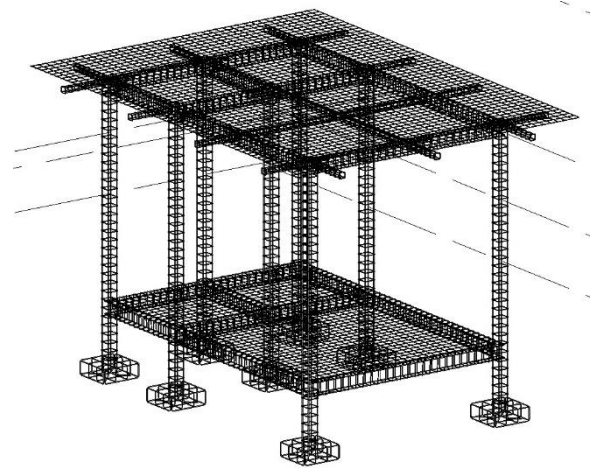
HASIL DAN PEMBAHASAN

- Nama Proyek : Proyek Pembangunan *Post Security Depot Supply Point Pertamina Lubricants*
- Lokasi Proyek : Kota Tarakan
- Pemilik Proyek : Pertamina Lubricants
- Perencana Proyek : PT. Putra Brantas
- Pelaksana Proyek : PT. Putra Brantas
- Total Biaya Proyek : Rp. 329.221.000

Hasil Analisis

Analisa Perbandingan Volume Pemesian

Detail pekerjaan pemesanan dapat dilihat pada Gambar. Dan Hasil dari perbandingan volume pemesanan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.



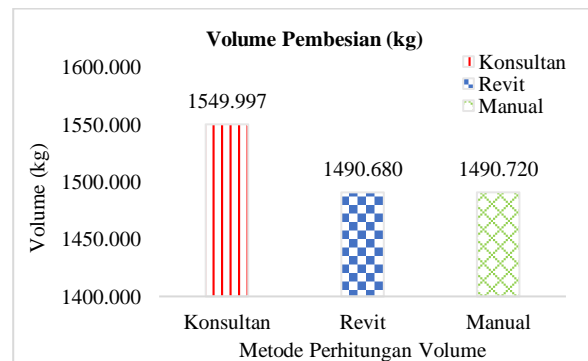
Gambar 5. Pekerjaan Pemesian (sumber: Data Analisis, 2023)

Tabel 1. Volume Pekerjaan Pemesian

No	Item Pekerjaan	Volume Pemesian (kg)		
		Konsultan Perencana	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi	149,38	147,63	147,63
2	Pekerjaan Kolom	352,75	342,78	342,78
3	Pekerjaan Sloof	242,19	227,59	227,6
4	Pekerjaan Plat Lantai	118,02	117,53	117,54
5	Pekerjaan Balok	426,12	399,76	399,76
6	Plat Dak	261,54	255,39	255,39
Total		1.549,997	1.490,68	1.490,71

(sumber: Data Analisis, 2023)

Hasil perbandingan pekerjaan pemesanan pada Tabel 1 ditampilkan pada grafik Gambar 2 berikut.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Volume Pemesian (sumber: Data Analisis, 2023)

Berdasarkan Gambar 2, diketahui total volume pemesanan pada Konsultan Perencana sebesar 1.549,997 kg sedangkan untuk metode BIM dengan *software* Autodesk Revit sebesar 1.490,68 kg maka selisih nilai dan persentase penurunan sebesar 3,83%.

Analisa Perbandingan Volume Beton

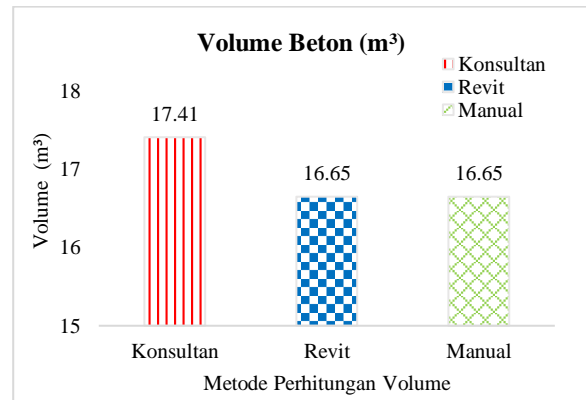
Hasil dari perbandingan volume beton dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Volume Pekerjaan Beton

No	Item Pekerjaan	Volume Beton (m ³)		
		Konsultan Perencana	Revit	Manual
1	Pekerjaan Fondasi <i>Footplate</i>	1,54	1,54	1,54
2	Pekerjaan Kolom	2,65	2,55	2,55
3	Pekerjaan <i>Sloof</i>	1,56	1,41	1,41
4	Pekerjaan Plat Lantai	2,4	2,09	2,09
5	Pekerjaan Balok	2,06	1,86	1,86
6	Plat Dak	7,2	7,2	7,2

(sumber: Data Analisis)

Hasil perbandingan pekerjaan beton pada Tabel 2 ditampilkan pada grafik Gambar 3 berikut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Volume Beton (sumber: Data Analisis, 2023)

Berdasarkan pada Gambar 3 diatas nilai rekapitulasi volume beton diatas maka diketahui total volume beton pada Konsultan Perencana sebesar 17,41 m³ sedangkan metode BIM menggunakan Autodesk Revit sebesar 16,65 m³ maka diketahui selisih dan persentase penurunan nilai volume sebesar 4,37%.

Analisa Perbandingan Biaya Pembesian

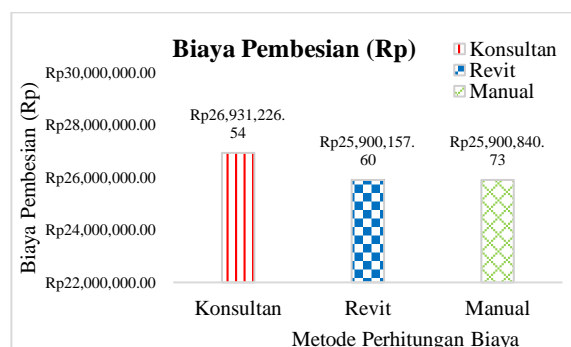
Hasil dari perbandingan biaya pembesian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rincian Biaya Pembesian

No	Item Pekerjaan	Konsultan Perencana	Revit	Manual
1	Fondasi <i>Footplate</i>	Rp. 2.703.850,69	Rp. 2.672.103,00	Rp. 2.672.177,01
2	Kolom	Rp. 6.302.648,20	Rp. 6.126.013,00	Rp. 6.126.144,76
3	<i>Sloof</i>	Rp. 4.324.801,71	Rp. 4.071.589,00	Rp. 4.071.759,70
4	Plat Lantai	Rp. 1.862.332,44	Rp. 1.848.746,90	Rp. 1.848.982,35
5	Balok	Rp. 7.610.540,99	Rp. 7.164.421,00	Rp. 7.164.510,18
6	Plat Dak	Rp. 4.127.052,51	Rp. 4.017.284,70	Rp. 4.017.266,73
	Total	Rp.26.931.226,54	Rp.25.900.157,60	Rp.25.900.840,73

(sumber: Data Analisis, 2023)

Hasil perbandingan biaya pembesian pada Tabel 3 ditampilkan pada grafik Gambar 4 berikut.

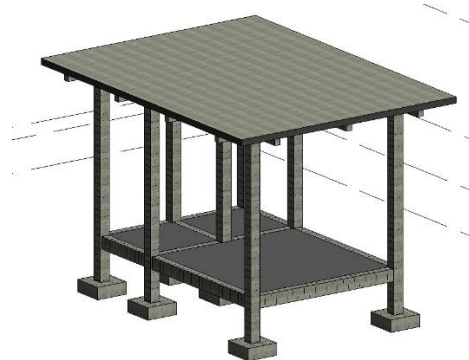


Gambar 8. Grafik Perbandingan Biaya Pembesian (sumber: Data Analisis, 2023)

Diketahui berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 4 total nilai biaya pembesian dari Konsultan Perencana adalah sebesar Rp. 26,931,226.54 sedangkan total nilai biaya pembesian untuk metode BIM dengan bantuan *Software* Autodesk Revit sebesar Rp. 25,900,257.60. Dari hasil analisis diatas didapatkan selisih biaya antara Konsultan Perencana dan metode BIM dengan bantuan Autodesk Revit sebesar Rp. 1,031,068.94 dengan persentase penurunan harga sebesar 3,83%. Sedangkan selisih antara perhitungan manual oleh peneliti dengan metode BIM hanya Rp. 683.13 atau 0,00263%.

Analisa Perbandingan Biaya Beton

Detail pekerjaan beton dapat dilihat pada Gambar dan Hasil dari perbandingan biaya beton dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.



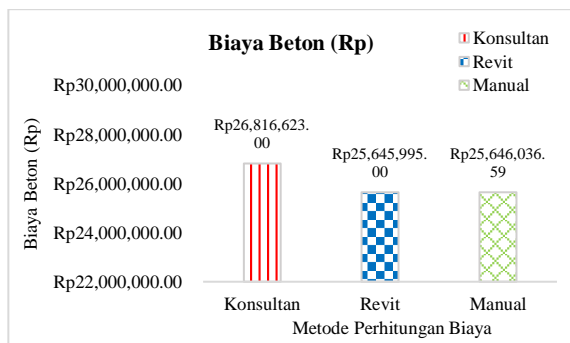
Gambar 9. Pekerjaan Beton (sumber: Data Analisis, 2023)

Tabel 4. Rincian Biaya Beton

No	Item Pekerjaan	Konsultan Perencana	Revit	Manual
1	Fondasi <i>Footplate</i>	Rp. 2.372.062,00	Rp. 2.372.062,00	Rp. 2.372.062,00
2	Kolom	Rp. 4.081.795,00	Rp. 3.927.765,00	Rp. 3.927.765,00
3	<i>Sloof</i>	Rp. 2.402.868,00	Rp. 2.171.823,00	Rp. 2.171.823,00
4	Plat Lantai	Rp. 3.696.720,00	Rp. 3.219.227,00	Rp. 3.219.227,00
5	Balok	Rp. 3.173.018,00	Rp. 2.864.958,00	Rp. 2.864.999,59
6	Plat Dak	Rp.11.090.160,00	Rp.11.090.160,00	Rp.11.090.160,00
	Total	Rp.26.816.623,00	Rp.25.645.995,00	Rp.25.646.036,59

(sumber: Data Analisis, 2023)

Hasil perbandingan biaya beton pada Tabel 4 ditampilkan pada grafik Gambar 5 berikut.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Biaya Beton (sumber: Data Analisis, 2023)

Berdasarkan pada Tabel 4 diatas dan Gambar 5, total biaya beton dari Konsultan Perencana adalah sebesar Rp. 26.816.623,00 sedangkan total nilai biaya pembesian untuk metode BIM dengan bantuan *Software* Autodesk Revit sebesar Rp. 25.645.995,00. Dari analisis diatas didapatkan selisih biaya antara Konsultan Perencana dan metode BIM dengan bantuan Autodesk Revit, dimana biaya selisih antara kedua metode tersebut sebesar Rp. 1.170.628,00 dengan persentase penurunan harga sebesar 4,37%.

Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

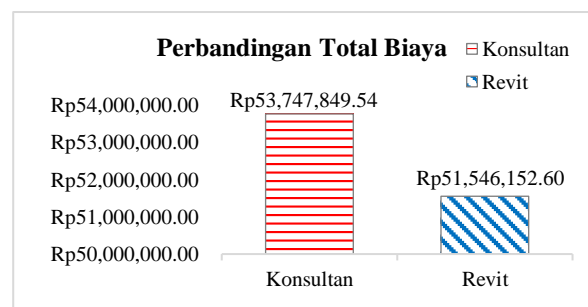
Hasil dari perbandingan biaya pembesian dan beton dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Total Biaya Pembesian dan Biaya Beton

No.	Item Pekerjaan	Konsultan Perencana	Revit
1	Biaya Pembesian	Rp.26.931.226,54	Rp.25.900.157,00
2	Biaya Beton	Rp.26.816.623,00	Rp.25.645.995,00
	Total	Rp.53.747.849,54	Rp.51.546.152,60

(sumber: Data Analisis, 2023)

Hasil perbandingan total biaya pada Tabel 5 ditampilkan pada grafik Gambar 6 berikut.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Total Biaya (sumber: Data Analisis, 2023)

Diketahui pada Tabel 5 dan grafik Gambar 6 total biaya pembesian dan juga beton oleh Konsultan Perencana adalah Rp.53.747.849,54, sedangkan total biaya pembesian dan beton metode BIM yang menggunakan Autodesk Revit adalah Rp.51.546.152,60. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan selisih biaya antara Konsultan Perencana dan metode BIM dengan bantuan Autodesk Revit sebesar Rp. 2.201.696,94 dengan persentase penurunan harga rencana anggaran biaya sebesar 4,10%. Diketahui perhitungan pada dokumen proyek yang masih menggunakan metode Konsultan Perencana menghasilkan biaya yang lebih besar dibandingkan hasil biaya perhitungan menggunakan metode BIM dengan bantuan Autodesk Revit.

Pembahasan

Hasil dari perhitungan metode BIM menggunakan Autodesk Revit semua volume pekerjaan sudah dimodelkan secara detail sehingga kebutuhan material dapat ditentukan secara akurat sesuai dengan apa yang sudah ada pada model tiga dimensi yang dibuat sebelumnya. Dari hasil perhitungan didapatkan selisih antara perhitungan konsultan dan BIM dimana total RAB hasil perhitungan beton bertulang dan pembesian lebih rendah 4,10% dari perhitungan konsultan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Huzaini, 2021) dimana dengan menggunakan metode BIM terdapat selisih biaya sebesar 5,75% lebih murah dibandingkan perhitungan konvensional. Selain itu penelitian dengan hasil serupa dilakukan oleh (Haider, Khan, Nazir, & Humayon, 2020) dengan hasil estimasi biaya menggunakan revit metode BIM lebih rendah yaitu sebesar 4,8% dibandingkan perhitungan konvensional. Dan penelitian yang dilakukan oleh (Amri, Hardyanti, & Sumi, 2023) memiliki hasil dimana perhitungan menggunakan metode BIM lebih rendah dengan selisih nilai sebesar 11,04% dari metode perhitungan konvensional. Hal tersebut terjadi karena dengan menggunakan revit metode BIM kebutuhan dari volume material menjadi lebih detail sehingga memberikan hasil yang terperinci dalam perhitungan estimasi biaya (Huzaini, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan didapatkan perbandingan volume pembesian metode BIM sebesar 1490,68 kg sedangkan perhitungan oleh Konsultan Perencana sebesar 1549,99 kg dengan selisih volume pada pekerjaan pembesian sebesar 59,317 kg. Pada volume

pekerjaan beton perhitungan metode BIM 5D sebesar 16,65 m³ sedangkan Konsultan Perencana 17,41 m³. Perbandingan biaya pembesian hasil dari perhitungan metode BIM 5D sebesar Rp. 25.900.157,00 sedangkan oleh Konsultan Perencana sebesar Rp. 26.931.226,54 dengan selisih biaya sebesar Rp. 1.031.068,94 atau 3,83% lebih kecil dari perhitungan konsultan perencana. Begitu juga pada pekerjaan beton hasil perhitungan BIM 5D sebesar Rp. 25.646.995,00 sedangkan Konsultan Perencana Rp. 26.816.523,00 dengan selisih sebesar Rp. 1.170.628,00 atau 4,37% lebih kecil. Adapun total RAB hasil perhitungan beton bertulang dan pembesian menggunakan metode BIM 5D adalah sebesar Rp.51.546.152,60 dimana hasil perhitungan Konsultan Perencana Perencana Rp.53.747.849,54 dengan selisih biaya yang didapatkan adalah Rp. 2.201.696,94 atau sebesar 4,10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, S., Hardyanti, N., & Sumi, S. (2023). Analisis Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Beton Menggunakan Metode Building Information Modelling (BIM) dan Metode Konvensional (Studi Kasus: Proyek Kantor PNM Cabang Jember). *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1, 225-233. Retrieved from <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jpii>
- Arissaputra, S. (2022). Evaluasi Quantity Take Off Pekerjaan Arsitektur Proyek CSR Masjid Jami Medan Satria Menggunakan Autodesk Revit 2020. *Technologic*. DOI: <http://dx.doi.org/10.52453/t.v13i2.421>
- Dallasega, P., Revolti, A., Sauer, P. C., Schulze, F., & Rauch, E. (2020). Bim, Augmented And Virtual Reality Empowering Lean Construction Management: A Project Simulation Game. *Procedia Manufacturing*, 49-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.059>
- 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*. DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1661069>
- Haider, U., Khan, U., Nazir, A., & Humayon, M. (2020). Cost Comparison of a Building Project by Manual and BIM. *Civil*

- Engineering Journal*, 6. DOI: 10.28991/cej-2020-03091451
- Huzaini, S. (2021). Penerapan Konsep Building Information Modelling (Bim) 3d Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur. *Universitas Islam Indonesia*, 104. Retrieved from file:///C:/Users/user/Downloads/16511230%20Syahrul%20Huzaini%20(1).pdf
- Mokolensang, V. M., Arsjad, T., & Malingkas, G. (2021). Analisis Rencana Anggaran Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Papua 1 Di Distrik Muara Tami Kota Jayapura Provinsi Papua. *Jurnal Sipil Statik*.
- Noviani, S. A., Amin, M., & Hardjomuljadi, S. (2021). Metode Building Information Modeling 5D untuk Meminimalkan Klaim Konstruksi yang Ditimbulkan Oleh Penyedia Jasa. *Jurnal Konstruksia*, 29-42.
- Nugroho, P. S., Latief, Y., Mulyono, B., & Zaman, A. A. (2022). Penggunaan Bimuntuk Meningkatkan Keselamatan Kebakaran pada Bangunan Gedung Tinggi. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 29-39. DOI: <https://doi.org/10.32832/komposit.v6i1.6738>
- Setiawan, E. B., & Abma, V. (2021). Penerapan Konsep BIM dari Studi Kasus dan Perspektif Pengguna. *Prosiding CEEDRiMS 2021*, 269-276.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Zakaria, Z. B., Nasly, M., Haron, A. T., & Marshall-Ponting, 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*. doi:<http://dx.doi.org/10.15623/ijret.2013.0208060>