

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) 5D DALAM ESTIMASI *QUANTITY TAKE OFF* PEKERJAAN STRUKTUR

(Studi Kasus Pembangunan Kantor BPD Babulu Darat, Kabupaten Penajam Paser Utara)

Reki Nur Fauzi¹, Irna Hendriyani², Reno Pratiwi^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Balikpapan, Indonesia
e-mail: *rekinurfauzi.ftsp20@gmail.com (corresponding author)

Abstrak

Dalam era globalisasi, teknologi informasi di bidang konstruksi berkembang pesat, seperti penerapan *Building Information Modeling* (BIM) yang menggabungkan perencanaan, desain, konstruksi, dan pengelolaan bangunan dengan model 3D. Salah satu software berbasis BIM adalah Autodesk Revit, selain dapat memodelkan secara 3D, juga dapat menampilkan informasi waktu dan penjadwalan, perkiraan biaya, dan perhitungan volume secara bersamaan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengimplementasikan BIM 5D pada Pembangunan Kantor BPD Babulu Darat di Kabupaten Penajam Paser Utara, terutama dalam pekerjaan struktur. Tahap awal melibatkan pemodelan gambar rencana ke dalam 3D dan memasukkan harga satuan pekerjaan menggunakan Autodesk Revit, kemudian hasilnya dibandingkan dengan perhitungan konsultan, menghasilkan perbedaan volume pembesian sebesar 295,18 kg atau 5,09% dan biaya Rp 4.674.122,73 atau 5,09%, volume betonon sebesar 2,24 m³ atau 2,85% dan biaya Rp 3.952.696,53 atau 3,26%, serta volume struktur rangka atap sebesar 14,25 m atau 2,85% dan biaya Rp 359.100,00 atau 3,14%. Perbedaan biaya keseluruhan pekerjaan struktur antara kedua metode adalah Rp 8.985.919,25 atau 4,02%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa software Autodesk Revit berbasis BIM 5D menghasilkan total volume pekerjaan yang lebih kecil. Hal ini karena pemodelan 3D mampu memberikan output material takeoff yang lebih rinci, sehingga dapat mengurangi pemborosan material dan mendukung estimasi biaya yang lebih akurat.

Kata kunci— BIM 5D, Autodesk Revit, Struktur, Quantity Take Off (QTO), Biaya

Abstract

In the era of globalization, information technology in the construction field is rapidly developing, such as the application of *Building Information Modeling* (BIM) which integrates planning, design, construction, and building management with 3D models. One of the BIM-based software is Autodesk Revit, which not only models in 3D but also displays time and scheduling information, cost estimation, and volume calculations simultaneously. Therefore, this research will implement BIM 5D in the construction of the BPD Babulu Darat Office in Penajam Paser Utara Regency, especially in structural work. The initial stage involves modeling the planned drawings in 3D and inputting unit prices using Autodesk Revit. The results are then compared with consultant calculations, resulting in differences in rebar volume of 295.18 kg or 5.09% and costs of Rp 4,674,122.73 or 5.09%, concrete volume of 2.24 m³ or 2.85% and costs of Rp 3,952,696.53 or 3.26%, as well as roof frame structure volume of 14.25 m or 2.85% and costs of Rp 359,100.00 or 3.14%. The overall structural work cost difference between the two methods is Rp 8,985,919.25 or 4.02%. The research shows that Autodesk Revit software based on BIM 5D produces a smaller total volume of work. This is because the 3D modeling provides more detailed material takeoff outputs, thus reducing material waste and supporting more accurate cost estimation.

Keywords— BIM 5D, Autodesk Revit, Structure, Quantity Take Off (QTO), Cost

History of article:

Received: 17 Juli 2024, Revised: -, Published: 31 Desember 2024

I. PENDAHULUAN

Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) saat ini menjadi fokus utama dalam industri konstruksi modern. Dimana BIM adalah salah satu teknologi di bidang (*Architecture, Engineering, and Contracting*) AEC. Informasi ini didasarkan pada semua aspek bangunan yang dikelola dan diproyeksikan dalam bentuk dimensi. Dalam BIM, ada dimensi yang menunjukkan presentasi dari tingkat pelaksanaan terhadap tahap konstruksi. Dimensi ini termasuk 3D (pemodelan dan kolaborasi), 4D (penjadwalan), 5D (estimasi biaya dan perhitungan volume), 6D (kelangsungan bangunan), dan 7D (manajemen bangunan). Salah satu *software* yang mendukung BIM adalah *Autodesk Revit* memungkinkan pemodelan elemen struktur secara cepat, akurat, dan mampu mengurangi kesalahan akibat *human error* selama proses desain (Enda and Destriyana, 2022).

Salah satu permasalahan yang banyak terjadi adalah kesalahan dalam perhitungan volume. sehingga terjadi *over* biaya dalam perhitungan. (Windi Retno Asih, 2022) menjelaskan proses mengestimasi volume disebut *Quantity Take Off* (QTO). Menurut (Christopher, 2021) untuk mencapai nilai yang efisien dalam perencanaan. penggunaan konsep BIM 5D sangat efektif dalam mendapatkan volume material dan estimasi biaya proyek pada proyek konstruksi. Seperti pada Proyek Pembangunan Kantor BPD Babulu Darat, Jl. Provinsi Km. 48, Kec. Babulu, Kab. Penajam Paser Utara, Prov. Kalimantan Timur. Proyek ini memiliki kontrak senilai Rp 836.825.000,00 Berdasarkan rencana konsultan didapat volume dan estimasi biaya pada setiap item pekerjaan struktur, seperti fondasi *footplate*, fondasi batu kali, sloof, kolom, ring balok, plat lantai, dan rangka atap biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 223.449.121,40 dengan volume pekerjaan beton 78,55 m³, volume pekerjaan pembesian 5795,72 Kg, dan volume rangka Atap 315,39 m. Berdasarkan hasil wawancara dengan konsultan. proses perolehan *Quantity Take Off* masih menggunakan data gambar *AutoCAD*, proses ini melibatkan pengukuran dan mempertimbangkan seluruh elemen struktur dengan menggunakan skala, serta dibantu dengan *software Microsoft Excel* untuk menghitung volume. Salah satu pendukung penerapan konsep ini berdasarkan seperti yang telah dibuktikan pada penelitian terdahulu oleh (Umam *et al.*, 2022) menggunakan konsep BIM 5D

dapat menghemat 6,74% dari biaya perencanaan awal proyek konstruksi untuk pekerjaan struktur. Begitu juga. hasil penelitian (Syahrul Huzaini, 2021) menggunakan konsep BIM di bantu dengan *software Autodesk Revit* menghasilkan pengurangan biaya struktur sebesar 5,75% dibandingkan dengan metode konvensional yang mengandalkan dokumen proyek. Dari kedua hasil penelitian tersebut membuktikan implementasi metode BIM lebih efisien dibandingkan dengan metode perhitungan konvensional sehingga kesalahan perhitungan bisa diminimalisir.

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan implementasi konsep BIM 5D dengan pemodelan menggunakan *software Autodesk Revit 2021 (student version)* pada pekerjaan struktur untuk mendapatkan hasil *quantity take off* dan estimasi biaya yang kemudian dibandingkan antara konsep BIM 5D dengan perhitungan konsultan perencana. Diharapkan penelitian ini akan memberikan gambaran lebih efisien dan efektif pada perhitungan volume dan biaya serta membantu mengurangi *waste* dan meningkatkan *value* pada proyek konstruksi.

II. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Merumuskan Masalah*
Topik yang menjadi penelitian ini yaitu, Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) 5D dalam Estimasi *Quantity Take Off* pada Pekerjaan Struktur, dengan Studi Kasus Pembangunan Kantor BPD Babulu Darat, Kabupaten Penajam Paser Utara.
- b. *Studi Literatur*
Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan cara mencari dan membaca literatur yang berkaitan dengan penelitian, salah satu contohnya adalah buku panduan *software Autodesk Revit* yang akan digunakan untuk mempelajari serta memperdalam kegunaannya.
- c. *Pengumpulan Data*
Pengumpulan data terdapat dua data yang diperlukan, yaitu:
 - 1) Data primer berisi: foto/dokumentasi dan wawancara.
 - 2) Data sekunder berisi: *Detail Engineering Design* (DED), Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
- d. *Pengolahan Data*

Setelah data-data terkumpul, tahapan selanjutnya adalah pengolahan data, dengan mengelompokkan data informasi proyek sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dimodelkan.

e. *Perhitungan Quantity Take Off*

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan perhitungan *quantity take off* menggunakan *software Autodesk Revit 2021 (student version)*. Sebelum melakukan perhitungan kita terlebih dahulu melakukan beberapa tahapan pemodelan, yaitu:

- 1) Pemodelan arsitektur berupa visual *design 3D* bangunan
- 2) Pemodelan struktur item pekerjaan yang dilakukan pemodelan, yaitu:
 - Detail Fondasi *Footplate*
 - Detail Fondasi Batu Gunung
 - Detail Sloof
 - Detail Kolom
 - Detail Ring Balok
 - Detail Plat Lantai
 - Detail Rangka Atap
 - Detail Pembesian Komponen Struktur
- 3) Setelah selesai melakukan pemodelan, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Quantity Take Off (QTO)*
- 4) Meng*Input* Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
- 5) Setelah melakukan proses *input* harga satuan maka secara otomatis akan keluar hasil *output* volume *quantity take off* pekerjaan struktur

f. *Melakukan Perbandingan*

Setelah selesai melakukan perhitungan menggunakan *software Autodesk Revit*, selanjutnya dilakukan perbandingan perhitungan volume dan estimasi biaya dengan metode perhitungan dari konsultan.

g. *Kesimpulan dan Saran*

Tahap terakhir membuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

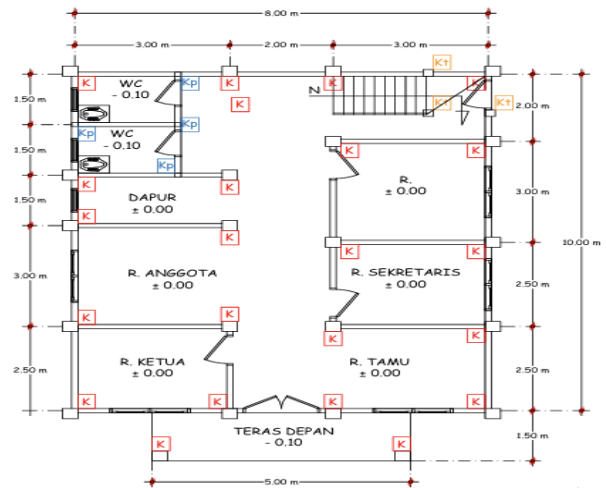
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Detail Engineering Design (DED)*

Data *detail engineering design* yang didapat dari kontraktor pelaksana sebagai acuan yang digunakan untuk pemodelan dalam bentuk 3D adalah sebagai berikut.

1. Denah Bangunan

Denah bangunan pada proyek ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Denah Bangunan

2. Tampak Bangunan

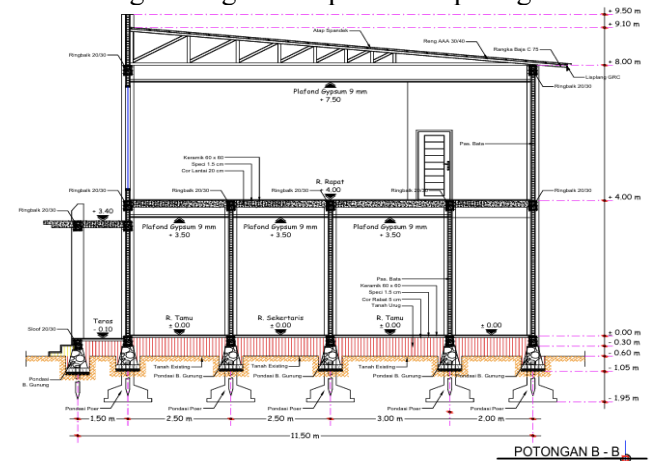
Tampak bangunan pada proyek ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tampak Bangunan

3. Potongan Bangunan

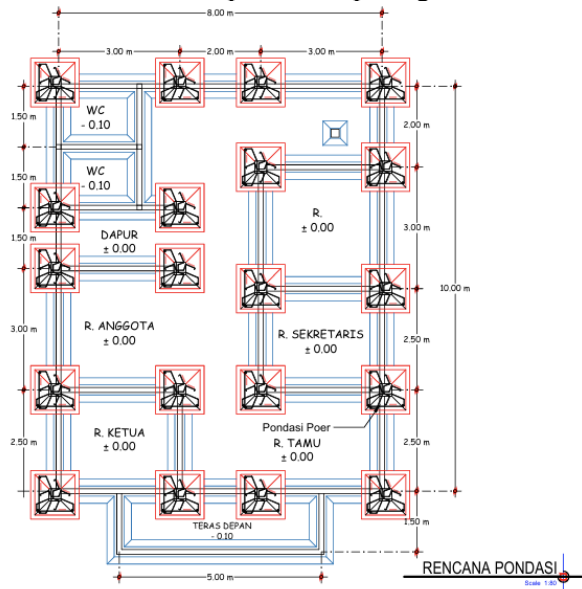
Potongan bangunan dapat dilihat pada gambar 3.



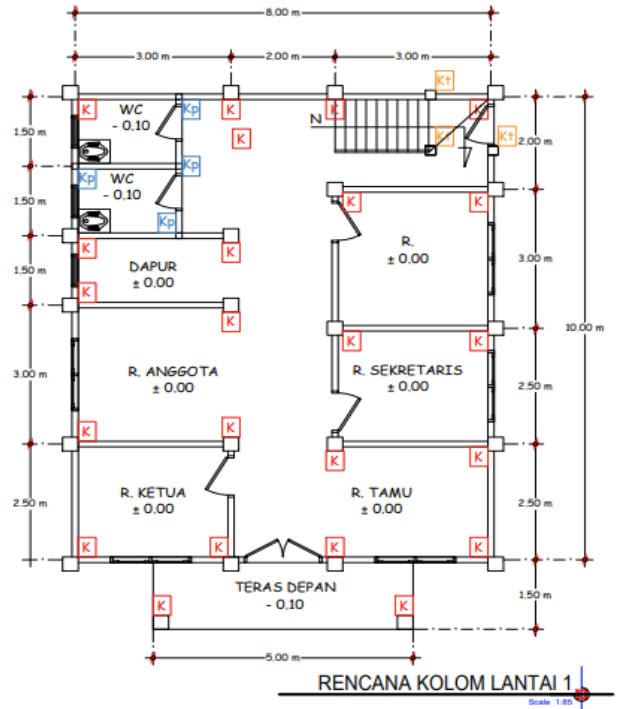
Gambar 3. Potongan Bangunan

4. Rencana Fondasi

Rencana fondasi dapat dilihat pada gambar 4.



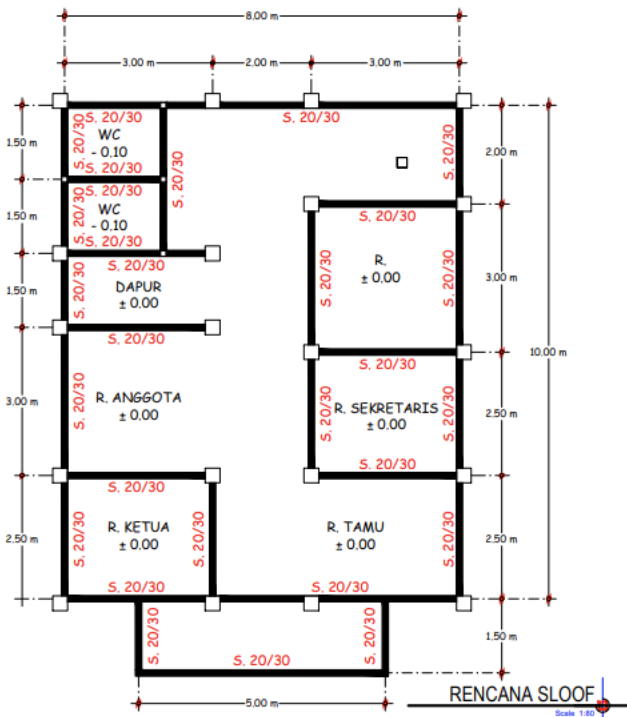
Gambar 4. Rencana Fondasi



Gambar 6. Rencana Kolom

5. Rencana Sloof

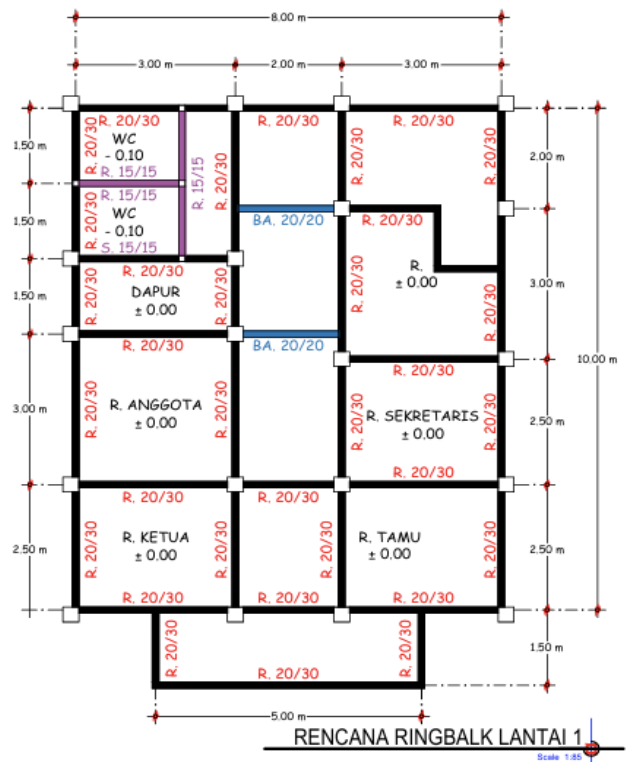
Rencana sloof dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rencana Sloof

7. Rencana Ring Balok

Rencana ring balok dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rencana Ring Balok

6. Rencana kolom

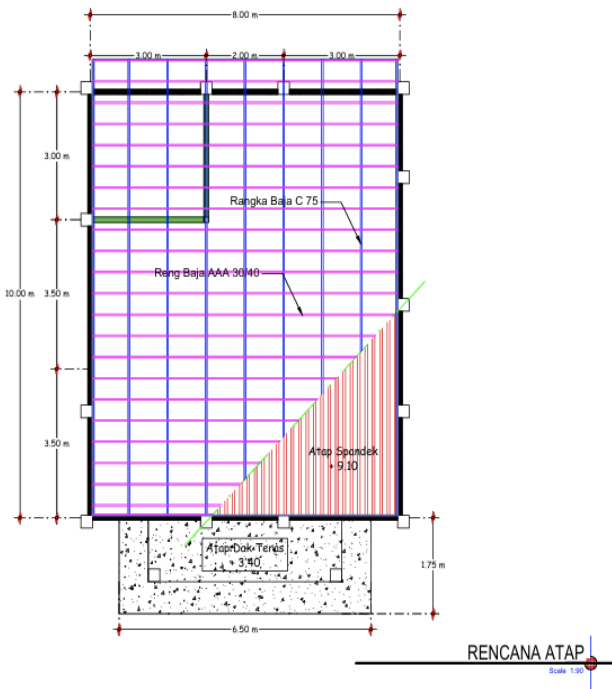
Rencana kolom dapat dilihat pada gambar 6.

History of article:

Received: 17 Juli 2024, Revised: -, Published: 31 Desember 2024

8. Rencana Rangka Atap

Rencana rangka atap dapat dilihat pada gambar 8.

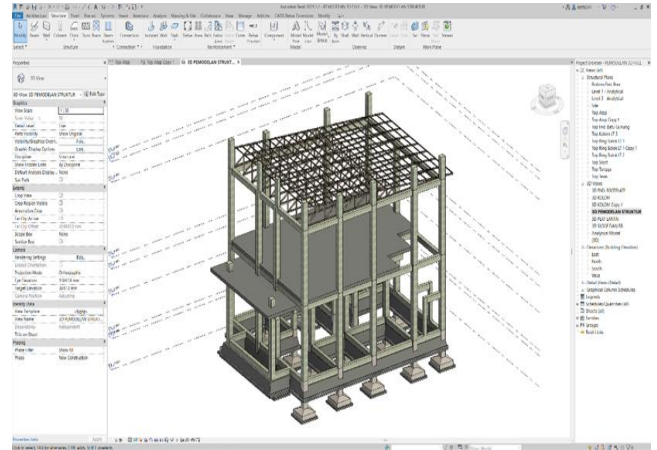


Gambar 8. Rencana Rangka Atap

B. Hasil Pemodelan dan Perhitungan *Quantity Take Off* Pekerjaan Struktur Menggunakan *Software Autodesk Revit 2021*

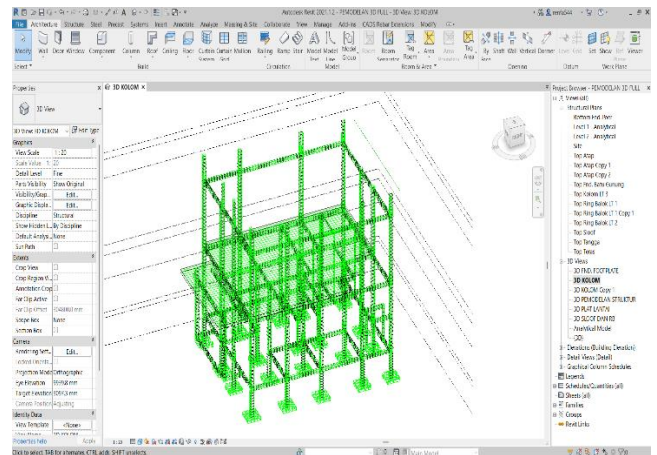
Berikut adalah hasil pemodelan struktural dalam bentuk 3D menggunakan *software Autodesk Revit 2021 (student version)*. Tujuannya adalah untuk mempermudah memperoleh *quantity take off* dan estimasi biaya. Komponen yang dimodelkan meliputi dua jenis fondasi (*footplate* dan batu gunung), sloof, kolom, ring balok, plat lantai, struktur rangka atap, serta pembesian pada setiap komponen dalam Pembangunan Kantor BPD Babulu Darat, Kabupaten Penajam Paser Utara. Hasil pemodelan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.

1. Hasil pemodelan komponen struktur menggunakan *software Autodesk Revit* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pemodelan 3D Pekerjaan Struktur

2. Hasil pemodelan pembesian menggunakan *software Revit* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil 3D Pemodelan Pembesian Struktur

3. Hasil contoh perhitungan *quantity take off* dan estimasi biaya yang dikeluarkan dari *software Revit* dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12. Sebagai sampel perhitungan yang diambil adalah kolom lantai 2 dengan dimensi kolom (30/30).

C. Hasil Perbandingan Antara Metode Perhitungan Konsultan Dengan Software Autodesk Revit

1. Hasil Perbandingan Volume Pembesian dan Estimasi Biaya

a) Volume pembesian

TABEL 1. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Volume Pembesian Antara Metode Konsultan dengan Software Revit

No	Item Pekerjaan	Diameter Besi (mm)	Volume Berat (kg)	
			Konsultan	Revit
1	Fondasi Footplate	Ø12	657,86	638,85
2	Kolom Pedestal 20/30	Ø10	149,30	135,64
		Ø12	384,48	351,57
3	Sloof (S) 20/30	Ø10	232,15	209,75
		Ø12	454,97	430,81
4	Kolom Utama (K1) LT 1 30/30	Ø10	320,81	293,66
		Ø12	677,11	669,41
5	Kolom Tangga (KT) LT 1 20/20	Ø10	15,35	11,56
		Ø12	50,41	49,01
6	Kolom Praktis (KP) LT 1 12/12	Ø8	12,43	11,05
		Ø10	46,23	42,66
7	Kolom Utama (K1) LT 2 30/30	Ø10	189,57	174,97
		Ø12	416,52	400,76
8	Kolom Utama (K1) LT 3 30/30	Ø10	39,58	37,98
		Ø12	85,01	80,97
9	Kolom Utama (K2) LT 3 20/30	Ø10	9,70	7,77
		Ø12	16,66	15,98
10	Ring Balok (RB) LT 1 20/30	Ø10	277,06	256,36
		Ø12	523,11	517,24
11	Ring Balok (RB) LT 1 15/15	Ø10	9,37	7,60
		Ø12	20,36	18,82
12	Balok Anak (BA) LT 1 20/20	Ø10	10,37	8,63
		Ø12	29,33	23,17
13	Ring Balok (RB) LT 2 20/30	Ø10	105,30	99,88
		Ø12	205,70	202,95
14	Dak Teras	Ø12	138,75	128,71
		Ø12	718,23	674,78
Total			5795,72	5500,54

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Selisih perhitungan nilai volume pembesian dan persentase penurunan berdasarkan pada Tabel 1, dapat dijelaskan sebagai berikut.

Selisih Volume Pembesian

$$= \text{Total Volume Besi Konsultan} - \text{Total Volume Besi Revit}$$

$$= 5795,72 \text{ kg} - 5500,54 \text{ kg}$$

$$= 295,18 \text{ kg}$$

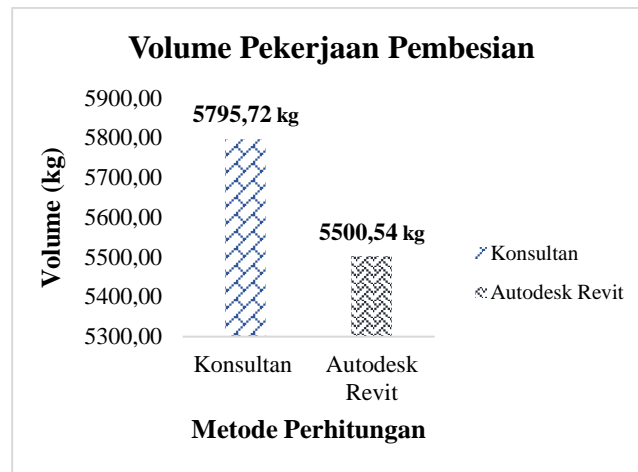
Persentase Volume Pembesian

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Vol. Pembesian Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{295,18 \text{ kg}}{5795,72 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$= 5,09\%$$

Berdasarkan data Tabel 1 diatas, didapatkan grafik perbandingan volume pembesian sebagai berikut.



Gambar 13. Grafik perbandingan volume pembesian

Berdasarkan data Tabel I dan Gambar 13, terdapat perbedaan dalam selisih volume pembesian yang dihitung oleh konsultan perencana dengan volume pembesian yang dihasilkan oleh software Revit, yaitu sebesar 295,18 kg atau 5,09%. Perhitungan menggunakan software Revit menunjukkan hasil yang lebih rendah.

b) Estimasi Biaya Pembesian

TABEL 2. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Estimasi Biaya Pembesian Antara Metode Konsultan Dengan Software Revit

No	Item Pekerjaan	Diameter Besi (mm)	Estimasi Biaya (Rp.)	
			Konsultan	Revit
1	Fondasi Footplate	Ø12	10.417.209,93	10.116.189,75
		Ø10	2.364.102,16	2.147.859,40
2	Kolom Pedestal 20/30	Ø12	6.088.240,80	5.567.110,95
		Ø10	3.676.139,59	3.321.391,25
3	Sloof (S) 20/30	Ø12	7.204.418,28	6.821.876,35
		Ø10	5.080.070,69	4.650.106,10
4	Kolom (K1) LT 1 30/30	Ø12	10.722.068,52	10.600.107,35
		Ø10	242.988,08	183.052,60
5	Kolom Tangga (KT) LT 1 20/20	Ø12	798.236,02	776.073,35
		Ø8	196.860,72	174.976,75
6	Kolom Praktis (KP) LT 1 12/12	Ø10	732.007,71	675.521,10
		Ø10	732.007,71	675.521,10

TABEL 2. a Lanjutan

No	Item Pekerjaan	Diameter Besi (mm)	Estimasi Biaya (Rp.)	
			Konsultan	Revit
7	Kolom (K1) LT 2 30/30	Ø10	3.001.859,95	2.770.649,95
		Ø12	6.595.594,20	6.346.034,60
8	Kolom (K1) LT 3 30/30	Ø10	626.761,97	601.413,30
		Ø12	1.346.177,69	1.282.159,95
9	Kolom (K2) LT 3 20/30	Ø10	153.548,83	123.037,95
		Ø12	263.823,77	253.043,30
10	Ring Balok (RB) LT 1 20/30	Ø10	4.387.176,69	4.059.460,60
		Ø12	8.283.389,84	8.190.495,40
11	Ring Balok (RB) LT 1 15/15	Ø10	148.443,62	120.346,00
		Ø12	322.451,27	298.014,70
12	Balok Anak (BA) LT 1 20/20	Ø10	164.151,94	136.656,05
		Ø12	464.510,22	366.896,95
13	Ring Balok (RB) LT 2 20/30	Ø10	1.667.438,17	1.581.599,80
		Ø12	3.257.208,83	3.213.713,25
14	Dak Teras	Ø12	2.197.122,09	2.038.122,85
15	Dak Lantai 2	Ø12	11.373.172,05	10.685.141,30
Total			91.775.173,63	87.101.050,90

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Untuk perhitungan selisih dan persentase penurunan estimasi biaya pembesian antara kedua metode pada Tabel 2, dapat dijelaskan sebagai berikut.

Selisih Estimasi Biaya Pembesian

$$= \text{Total Estimasi Biaya Pembesian Konsultan} - \text{Total Estimasi Biaya Pembesian Revit}$$

$$= \text{Rp } 91.775.173,63 - \text{Rp } 87.101.050,90$$

$$= \text{Rp } 4.674.122,73$$

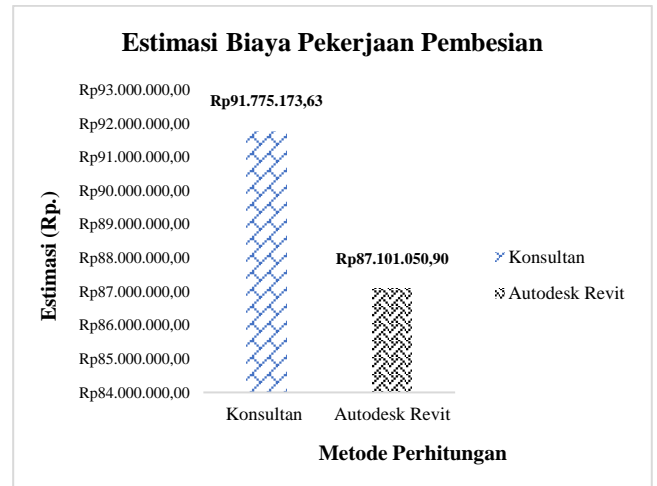
Persentase Estimasi Biaya Pembesian

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Estimasi Biaya Pembesian Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 4.674.122,73}{\text{Rp } 91.775.173,63} \times 100\%$$

$$= 5,09\%$$

Berdasarkan data Tabel 2 diatas, didapatkan grafik perbandingan estimasi biaya pembesian sebagai berikut.



Gambar 14. Perbandingan Estimasi Biaya Pembesian

Berdasarkan data Tabel 2 dan Gambar 14, terdapat selisih estimasi biaya pembesian yang dikeluarkan antara metode konsultan dengan metode *autodesk revit* yakni sebesar Rp 4.674.122,73 atau 5,09%. Hasil perhitungan menggunakan *software revit* lebih rendah.

2. Hasil Perbandingan Volume Pembetonan dan Estimasi Biaya

a) *Volume Pembetonan*

TABEL 3. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Volume Pembetonan Antara Metode Konsultan dengan *Software Revit*

No	Item Pekerjaan	Volume (m ³)	
		Konsultan	Revit
1	Lantai Dasar	2,88	2,88
2	Fondasi <i>Footplate & Pedestal</i>	9,11	9,00
3	Fondasi Batu Gunung	22,35	22,31
4	Sloof (S) 20/30	4,50	4,02
5	Kolom (K1) LT 1 30/30	7,97	7,97
6	Kolom (K1) LT 2 30/30	4,68	4,68
7	Kolom (K1) LT 3 30/30	1,03	1,03
8	Kolom (K2) LT 3 20/30	0,18	0,18
9	Kolom Tangga (KT) LT 1 20/20	0,28	0,28
10	Kolom Praktis (KP) Lt 1 12/12	0,25	0,25
11	Balok Anak (BA) LT 1 20/20	0,16	0,14
12	Ring Balok (RB) LT 1 15/15	0,11	0,10
13	Ring Balok (RB) LT 1 20/30	5,29	4,96
14	Ring Balok (RB) LT 2 20/30	2,16	1,97
15	Dak Teras	2,89	2,54
16	Dak Lantai 2	14,70	14,00
Total		78,55	76,31

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Selisih perhitungan nilai volume pembetonan dan persentase penurunan berdasarkan pada Tabel 3, dapat dijelaskan sebagai berikut.

Selisih Volume Pembetonan

$$= \text{Total Volume Pembetonan Konsultan} - \text{Total Volume Pembetonan Revit}$$

$$= 78,55 \text{ m}^3 - 76,31 \text{ m}^3$$

$$= 2,24 \text{ m}^3$$

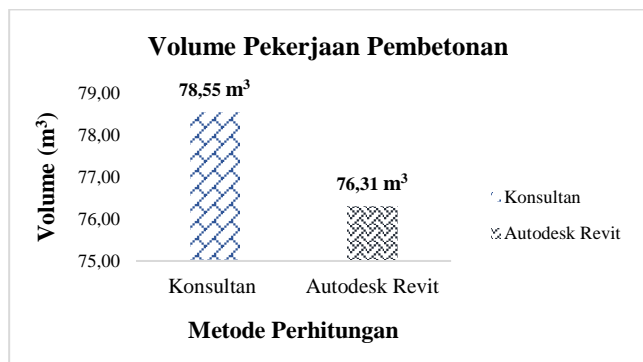
Persentase Volume Pembetonan

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Vol. Pembetonan Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{2,24 \text{ m}^3}{78,55 \text{ m}^3} \times 100\%$$

$$= 2,85\%$$

Berdasarkan data Tabel 3 diatas, didapatkan grafik perbandingan volume pembetonan sebagai berikut.



Gambar 15. Perbandingan Volume Pembetonan

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 15, terdapat perbedaan dalam selisih volume pembetonan yang dihitung oleh konsultan perencana dengan volume pembetonan yang dihasilkan oleh *software Revit*, yaitu sebesar 2,24 m³ atau 2,85%. Perhitungan menggunakan *software Revit* menunjukkan hasil yang lebih rendah.

b) *Estimasi Biaya Pembetonan*

TABEL 4. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Estimasi Biaya Pembesian Antara Metode Konsultan dengan *Software Revit*

No	Item Pekerjaan	Estimasi Biaya (RP)	
		Konsultan	Revit
1	Lantai Dasar	4.606.851,89	4.606.851,89
2	Fondasi <i>Footplate & Pedestal</i>	16.232.009,42	16.036.013,70
3	Fondasi Batu Gunung	21.543.606,41	21.506.013,54
4	Sloof (S) 20/30	8.018.006,85	7.162.752,79
5	Kolom (K1) LT 1 30/30	14.207.908,14	14.200.781,02
6	Kolom (K1) LT 2 30/30	8.338.727,12	8.338.727,12

TABEL 4. a Lanjutan

No	Item Pekerjaan	Estimasi Biaya (RP)	
		Konsultan	Revit
7	Kolom (K1) LT 3 30/30	1.835.232,68	1.835.232,68
8	Kolom (K2) LT 3 20/30	320.720,27	320.720,27
9	Kolom Tangga (KT) LT 1 20/20	498.898,20	498.898,20
10	Kolom Praktis (KP) Lt 1 12/12	445.444,83	445.444,83
11	Balok Anak (BA) LT 1 20/20	285.084,69	249.449,10
12	Ring Balok (RB) LT 1 15/15	200.450,17	178.177,93
13	Ring Balok (RB) LT 1 20/30	9.429.176,06	8.837.625,33
14	Ring Balok (RB) LT 2 20/30	3.848.643,29	3.510.105,22
15	Dak Teras	5.154.331,16	4.525.719,42
16	Dak Lantai 2	26.185.028,59	24.944.910,20
Total		121.150.119,77	117.197.423,25

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Untuk perhitungan selisih dan persentase penurunan estimasi biaya pembetonan antara kedua metode pada Tabel 2, dapat dijelaskan sebagai berikut.

Selisih Estimasi Biaya Pembetonan

$$= \text{Total Estimasi Biaya Pembetonan Konsultan} - \text{Total Estimasi Biaya Pembesian Revit}$$

$$= \text{Rp } 121.150.119,77 - \text{Rp } 117.197.423,25$$

$$= \text{Rp } 3.952.696,53$$

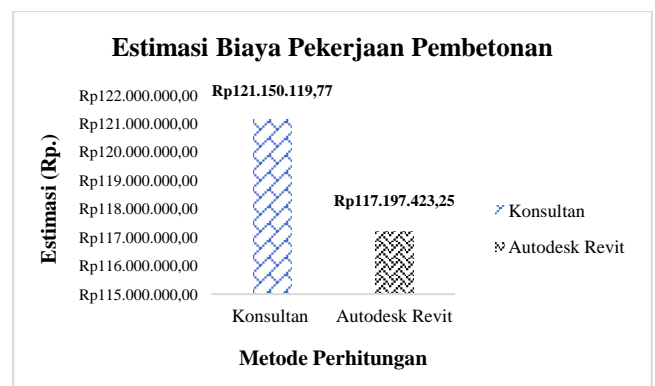
Persentase Estimasi Biaya Pembetonan

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Estimasi Biaya Pembetonan Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 3.952.696,53}{\text{Rp } 121.150.119,77} \times 100\%$$

$$= 3,26\%$$

Berdasarkan data Tabel 4 diatas, didapatkan grafik perbandingan estimasi biaya pembetonan sebagai berikut.

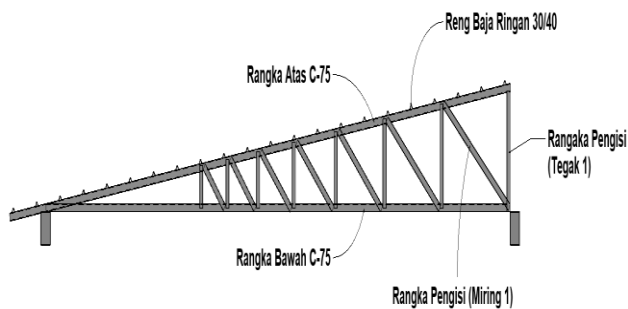


Gambar 16. Perbandingan estimasi biaya pembetonan

Dari hasil data Tabel 4 dan Gambar 16, terdapat selisih estimasi biaya pembetonan yang dihitung oleh konsultan perencana dengan estimasi biaya pembetonan yang dihasilkan oleh *software Revit*. yakni sebesar Rp 3.952.696,53 atau 3,26%. Hasil perhitungan menggunakan *software Revit* lebih rendah.

3. Hasil Perbandingan Volume Rangka Atap Dan Estimasi Biaya

Berdasarkan perhitungan, terdapat perbedaan volume perolehan kuantitas satuan pada item pekerjaan struktur rangka atap antara metode konsultan dan metode pemodelan menggunakan *software revit*. Untuk pekerjaan struktur rangka kuda-kuda yang menggunakan baja ringan tipe C-75 dan reng baja ringan 30/40. *Output* yang dihasilkan oleh *software revit* dalam satuan lari (m') dihitung berdasarkan panjang keliling titik acuan as ke as. Sementara itu, metode konsultan menghasilkan perhitungan dalam satuan luas atau meter persegi (m²) dengan rumus panjang (P) × lebar (L). Karena perbedaan ini, dilakukan perhitungan ulang untuk metode konsultan menggunakan satuan meter lari (m) berdasarkan dokumen *Detail Engineering Design* (DED) yang diperoleh, sehingga dapat dilakukan perbandingan. Perbandingan estimasi biaya dilakukan berdasarkan harga per meter (m) panjang baja ringan. Untuk contoh pengambilan perhitungan struktur rangka atap dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Struktur Rangka Kuda-Kuda dan Reng Baja Ringan

a) *Volume Rangka Atap*

TABEL 5. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Volume Rangka Atap Antara Metode Konsultan dengan *Software Revit*

No	Item Pekerjaan	Volume (m)	
		Konsultan	Revit
A. Kebutuhan untuk Membuat 1 Kuda-Kuda			
1	Rangka Atas C-75	11,02	10,81
2	Rangka Bawah C-75	10,27	10,00

TABEL 5. a Lanjutan

No	Item Pekerjaan	Volume (m')	
		Konsultan	Konsultan
3	Rangka Pengisi (Tegak 1)	1,10	1,10
4	Rangka Pengisi (Tegak 2)	0,96	0,95
5	Rangka Pengisi (Tegak 3)	0,82	0,74
6	Rangka Pengisi (Tegak 4)	0,71	0,70
7	Rangka Pengisi (Tegak 5)	0,63	0,60
8	Rangka Pengisi (Tegak 6)	0,55	0,51
9	Rangka Pengisi (Tegak 7)	0,49	0,44
10	Rangka Pengisi (Tegak 8)	0,43	0,38
11	Rangka Pengisi (Miring 1)	1,72	1,66
12	Rangka Pengisi (Miring 2)	1,48	1,38
13	Rangka Pengisi (Miring 3)	1,28	1,16
14	Rangka Pengisi (Miring 4)	1,10	0,96
15	Rangka Pengisi (Miring 5)	0,95	0,82
16	Rangka Pengisi (Miring 6)	0,82	0,70
17	Rangka Pengisi (Miring 7)	0,71	0,58
Total		35,04	33,46
B. Kebutuhan 1 Reng Baja Ringan dengan Lebar Atap 8 m			
1	Reng Baja Ringan 30/40	8,00	8,00
Total		8,00	8,00
Total (A) + (B)		43,04	41,46
C. Total Volume Keseluruhan			
1	Kuda-Kuda yang Diperlukan (9)	315,39	301,14
2	Reng Baja Ringan 30/40 yang Diperlukan (23)	184,00	184,00
Total		499,39	485,14

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Perbandingan selisih volume keseluruhan rangka atap dan persentase penurunan antara kedua metode. Untuk perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

Selisih Volume Rangka Atap

$$= \text{Total Volume Rangka Atap Konsultan} - \text{Total Volume Rangka Atap Revit}$$

$$= 499,39 \text{ m} - 485,14 \text{ m}$$

$$= 14,25 \text{ m}$$

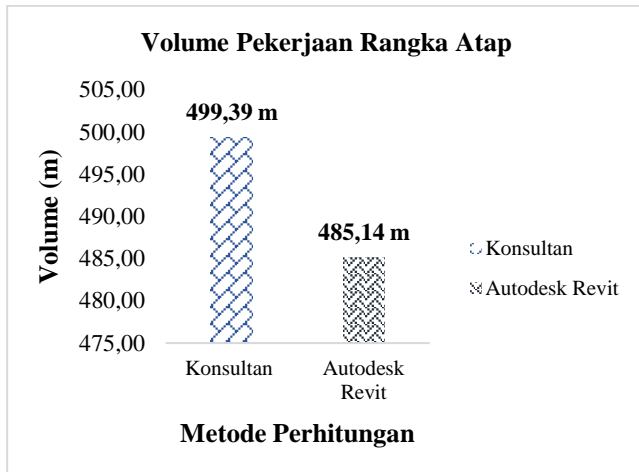
Persentase Volume Rangka Atap

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Vol. Rangka Atap Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{14,25 \text{ m}}{499,39 \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 2,85\%$$

Berdasarkan data Tabel 5 diatas, didapatkan grafik perbandingan volume rangka atap sebagai berikut.



Gambar 18. Perbandingan Volume Rangka Atap

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 18, terdapat perbedaan dalam selisih volume rangka atap yang dihitung oleh konsultan perencana dengan volume rangka atap yang dihasilkan oleh *software Revit*. yaitu sebesar 14,25 m atau 2,85%. Perhitungan menggunakan *software Revit* menunjukkan hasil yang lebih rendah.

b) *Estimasi Biaya Rangka Atap*

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Estimasi Biaya Rangka Atap Antara Metode Konsultan dengan *Software Revit*

No	Item Pekerjaan	Estimasi Biaya (Rp.)	
		Konsultan	Revit
A. Kebutuhan untuk Membuat 1 Kuda-Kuda			
1	Rangka Atas C-75	277.754,40	272.512,80
2	Rangka Bawah C-75	258.804,00	252.000,00
3	Rangka Pengisi (Tegak 1)	27.720,00	27.720,00
4	Rangka Pengisi (Tegak 2)	24.066,00	23.864,40
5	Rangka Pengisi (Tegak 3)	20.563,20	18.522,00
6	Rangka Pengisi (Tegak 4)	17.967,60	17.514,00
7	Rangka Pengisi (Tegak 5)	15.775,20	14.994,00
8	Rangka Pengisi (Tegak 6)	13.885,20	12.852,00
9	Rangka Pengisi (Tegak 7)	12.272,40	11.088,00
10	Rangka Pengisi (Tegak 8)	10.886,40	9.651,60
11	Rangka Pengisi (Miring 1)	43.369,20	41.706,00
12	Rangka Pengisi (Miring 2)	37.321,20	34.801,20
13	Rangka Pengisi (Miring 3)	32.180,40	29.257,20
14	Rangka Pengisi (Miring 4)	27.770,40	24.091,20
15	Rangka Pengisi (Miring 5)	23.990,40	20.538,00
16	Rangka Pengisi (Miring 6)	20.764,80	17.589,60
17	Rangka Pengisi (Miring 7)	17.992,80	14.490,00

TABEL 6. a Lanjutan

No	Item Pekerjaan	Estimasi Biaya (Rp.)	
		Konsultan	Revit
Total		883.083,60	843.192,00
B. Kebutuhan 1 Reng Baja Ringan dengan Lebar Atap 8 m			
1	Reng Baja Ringan 30/40	112.000,00	112.000,00
Total		112.000,00	112.000,00
Total (A) + (B)		995.083,60	955.192,00
C. Total Volume Keseluruhan			
1	Kuda-kuda yang Diperlukan (9)	7.947.752,40	7.588.728,00
2	Reng Baja Ringan 30/40 yang Diperlukan (23)	2.576.000,00	2.576.000,00
Total		10.523.752,40	10.164.728,00

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

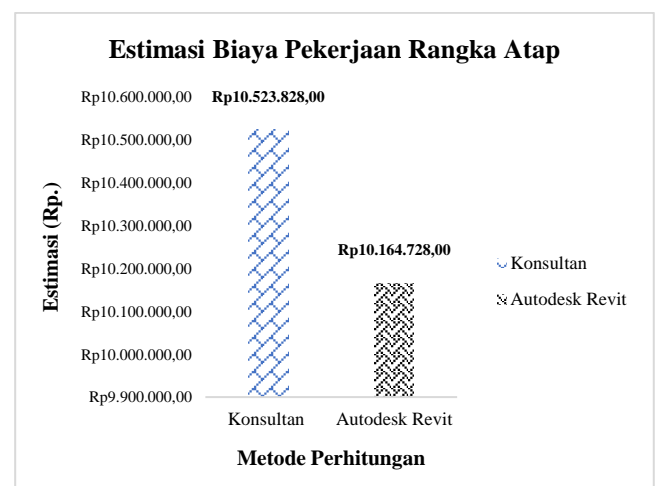
Untuk perhitungan selisih dan persentase penurunan estimasi biaya pembesian antara kedua metode dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 & \text{Selisih Estimasi Biaya Rangka Atap} \\
 &= \text{Total Estimasi Biaya Rangka Atap Konsultan} - \text{Total Estimasi Biaya Rangka Atap Revit} \\
 &= \text{Rp } 10.523.752,40 - \text{Rp } 10.164.728,00 \\
 &= \text{Rp } 359.024,40
 \end{aligned}$$

Persentase Estimasi Biaya Rangka Atap

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Estimasi Biaya Rangka Atap Konsultan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 3.952.696,53}{\text{Rp } 121.150.119,77} \times 100\% \\
 &= 3,41\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data Tabel 6 diatas, didapatkan grafik perbandingan estimasi biaya rangka atap sebagai berikut.



Gambar 19. Perbandingan Estimasi Biaya Rangka Atap

Dari hasil data Tabel 6 dan Gambar 19, terdapat selisih estimasi biaya rangka atap yang dihitung oleh konsultan perencana dengan estimasi biaya rangka atap yang dihasilkan oleh *software Revit*, yakni sebesar Rp 359.100,00 atau 3,41%. Estimasi biaya yang dihitung menggunakan *software Revit* lebih rendah.

D. Hasil Perbandingan Estimasi Biaya Keseluruhan Antara Metode Perhitungan Konsultan Dengan Metode *software Autodesk Revit*

TABEL 7. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Total Estimasi Biaya Keseluruhan Antara Metode Perhitungan Konsultan dengan *Software Revit*

No	Metode Perhitungan	Estimasi Biaya Keseluruhan (Rp.)
1	Konsultan	223.449.121,40
2	<i>Software Autodesk Revit</i>	214.463.202,15

(Sumber: Hasil Perhitungan Rekapitulasi Perbandingan)

Untuk perhitungan selisih dan persentase penurunan estimasi biaya pekerjaan struktur antara kedua metode dapat dijelaskan sebagai berikut.

Selisih Estimasi Keseluruhan

$$= \text{Total Estimasi Biaya Keseluruhan Konsultan} - \text{Total Estimasi Biaya Rangka Atap Revit}$$

$$= \text{Rp } 223.449.121,40 - \text{Rp } 214.463.202,15$$

$$= \text{Rp } 8.985.919,25$$

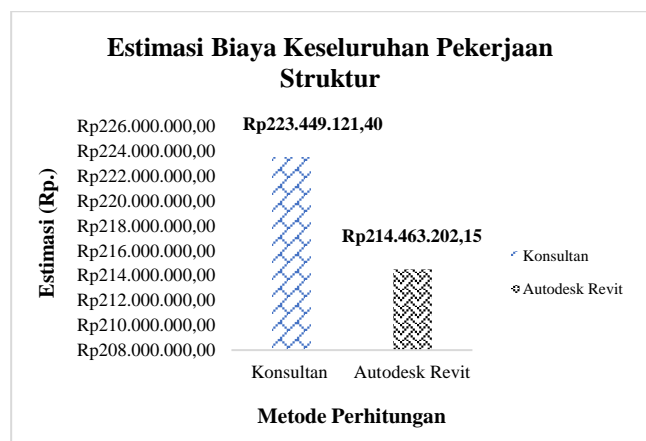
Persentase Estimasi Biaya Keseluruhan

$$= \frac{\text{Selisih}}{\text{Total Estimasi Biaya Keseluruhan Konsultan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 8.985.919,25}{\text{Rp } 223.449.121,40} \times 100\%$$

$$= 4,02\%$$

Berdasarkan data Tabel 7 diatas, didapatkan grafik perbandingan estimasi biaya keseluruhan pekerjaan struktur dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 20. Perbandingan Estimasi Biaya Keseluruhan Pekerjaan Struktur

Berdasarkan data pada Tabel 7 dan Gambar 20, total biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan struktur oleh konsultan perencana adalah Rp 223.449.121,40. Sedangkan total biaya struktur yang dihitung menggunakan *Autodesk Revit* adalah Rp 214.463.202,15. Selisih biaya antara metode konsultan perencana dan metode BIM dengan *Autodesk Revit* adalah Rp 8.985.919,25, dengan penurunan sebesar 4,02%. Hasil perhitungan menggunakan *software Revit* lebih rendah. Penelitian ini juga dikuatkan oleh (Umam *et al.*, 2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan konsep BIM 5D dapat menghemat 6,74% biaya konstruksi untuk pekerjaan struktur. Penelitian serupa oleh (Syahrul Huzaini, 2021) mengungkapkan bahwa penggunaan konsep BIM dengan bantuan *Autodesk Revit* dapat mengurangi biaya struktur sebesar 5,75% dibandingkan dengan metode konvensional yang mengandalkan dokumen proyek. Perbedaan ini terjadi karena perhitungan *quantity take off* pekerjaan struktur menggunakan *software Revit* berbeda dengan rencana anggaran biaya proyek dalam dokumen proyek. Metode konsultan perencana memiliki rencana anggaran yang lebih besar karena perhitungan volume material dilakukan secara kasar dan kurang detail, hanya berdasarkan gambar *AutoCAD* dan dibantu dengan *Microsoft Excel* dalam perhitungan volume, cenderung berlebihan untuk menghindari kekurangan material. Hal ini serupa dengan penelitian (Edwin Budi Setiawan & Vendie Abma, 2021) yang menunjukkan bahwa perbedaan perhitungan *quantity take off* disebabkan oleh ketidakakuratan perhitungan dan adanya faktor koefisien untuk mempertimbangkan faktor keamanan di lapangan.

Dalam manajemen proyek yang mempertimbangkan tiga kendala utama (biaya, mutu, dan waktu), pemodelan 3D yang mendetail menjadi sangat penting untuk pelaksanaan proyek. Penelitian oleh (Danny Laorent *et al.*, 2019) menunjukkan bahwa pemodelan 3D memudahkan berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, untuk menganalisis dan mengoreksi perbedaan volume. Sehingga mencegah terjadinya sengketa yang dapat menghambat proyek. Selain itu, kolaborasi antara 3D dan 5D dapat memberikan dampak besar terhadap total biaya pekerjaan, menghasilkan anggaran yang lebih efektif dan efisien.

IV. KESIMPULAN

Hasil implementasi BIM 5D menggunakan *software Autodesk Revit* pada Proyek Pembangunan

Kantor BPD Babulu Darat di Kabupaten Penajam Paser Utara dibandingkan dengan metode perhitungan konsultan menunjukkan bahwa volume pekerjaan pembesian memiliki selisih sebesar 295,18 kg atau 5,09%, dengan selisih biaya Rp 4.674.122,73 atau 5,09%. Untuk pekerjaan pembetonan, terdapat selisih volume sebesar 2,24 m³ atau 2,85%, dan selisih biaya sebesar Rp 3.952.696,53 atau 3,26%. Pada pekerjaan struktur rangka atap, selisih yang ditemukan adalah 14,25 m atau 2,85%, dengan perbedaan biaya sebesar Rp 359.100,00 atau 3,41% antara kedua metode. Untuk selisih perbandingan perhitungan estimasi biaya keseluruhan pada pekerjaan struktur sebesar Rp 8.985.919,25 atau 4,02%. Penggunaan BIM 5D menghasilkan estimasi lebih akurat dan detail, mendukung perencanaan anggaran yang lebih efektif dan efisien serta mampu mengurangi risiko kesalahan perhitungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penulisan ini, penulis tidak luput dari berbagai kesulitan dan hambatan, namun atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulisan dapat terselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan berupa doa dan perhatian selama penulisan.
2. Dinas Pekerjaan Umum dan Panataan Ruang Unit Pelaksana Teknis UPTD – (PUPR) Kecamatan Babulu, yang telah memberikan izin melakukan penelitian terkait proyek yang sedang dikerjakan.
3. Rekan-rekan angkatan 2020 fakultas teknik sipil yang turut membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

REFERENSI

Afandi, D.D., 2022. Penerapan Building Information Modeling (BIM) Untuk Estimasi Biaya Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan. Universitas Islam Indonesia.

Christopher, A.D., 2021. Studi Awal Efisiensi Penggunaan 5D BIM terhadap Volume Material dan Estimasi Biaya pada Proyek Konstruksi Studi Kasus Rumah Tinggal 2 Lantai.

Danny Laorent, Paulus Nugraha, Januar Budiman, 2019. ANALISA QUANTITY TAKE-OFF DENGAN MENGGUNAKAN AUTODESK

REVIT. Dimensi Utama Teknik Sipil 6, 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>

- Eastman, C., Teicholz, P., Sack, R., Liston, K., 2011. *BIM Handbook: A Guide To Build Information Modeling* 9.
- Edwin Budi Setiawan, Vendie Abma, 2021. PENERAPAN KONSEP BIM DARI STUDI KASUS DAN PERSPEKTIF PENGGUNA. *Civil Engineering, Environmental, Disaster & Risk Management Symposium (CEEDRiMS) Proceeding* 269–276.
- Enda, D., Destriyana, E., 2022. PENERAPAN METODE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA PEKERJAAN STRUKTURAL GEDUNG KULIAH TERPADU III (GKT III) POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS. Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT) 193–214.
- Farhana, A., Abma, V., 2022. IMPLEMENTASI KONSEP BIM 5D PADA PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK GEDUNG. *Jurnal Rab Contruction Research* 7.
- Lestari, R.T., Yufrizal, A.H., Andreas, D.A., 2021. Kelebihan dan Kekurangan BIM untuk Estimasi Biaya Berdasarkan Studi Literatur 4, 2655–4453.
- Nelson, N., Tamtana, J.S., 2019. Faktor Yang Memengaruhi Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* 2, 241–248.
- Pantiga, J., Soekiman, A., 2021. Kajian Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil* 15, 104–110.
- Retno Asih, W., Riakara Husni, H., Niken, C., 2022. Perbandingan *Quantity Take Off (QTO)* Material Berbasis *Building Information Modeling* (BIM) Terhadap Metode Konvensional pada Struktur Pelat 10, 563–574.
- Syahrul Huzaini, 2021. Penerapan Konsep *Building Information Modelling* (BIM) 3D Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur. Universitas Islam Indonesia.
- Umam, F.N., Erizal, E., Putra, H., 2022. Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi *Building Information Modeling* (BIM) 5D. *Teras Jurnal*:

Jurnal Teknik Sipil 12, 245.
<https://doi.org/10.29103/tj.v12i1.704>

Windi Retno Asih, 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, Bandar Lampung.

History of article:

Received: 17 Juli 2024, Revised: -, Published: 31 Desember 2024