

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)* UNTUK ESTIMASI RENCANA ANGGARAN BIAYA ATAP BAJA WF (*WIDE FLANGE*)

Edward S. Simanjuntak, Ahmad Bima Nusa

¹⁾Mahasiswa Strata-1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²⁾Staf Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

edwardsimanjuntak38@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi yang pesat telah mendorong inovasi di berbagai bidang, salah satunya dalam pembangunan infrastruktur. *Building Information Modeling (BIM)* merupakan teknologi mutakhir yang semakin populer karena diyakini dapat meningkatkan efisiensi biaya dan waktu dalam proyek konstruksi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil penerapan konsep BIM dalam pembangunan proyek Workshop POOL Samkai di Kabupaten Merauke, Papua. Metode penelitian ini mencakup pemodelan dokumen proyek dalam bentuk gambar 2D menjadi model 3D dengan tambahan informasi menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BIM menghasilkan volume material yang lebih kecil karena model 3D memberikan gambaran material yang lebih detail, sehingga mengurangi pemborosan material. Selain itu, BIM mendukung konsep 5D untuk estimasi biaya yang lebih presisi. Berdasarkan perkiraan BIM, total biaya adalah Rp 365.532.029, sedangkan metode konvensional menghasilkan Rp 365.135.071. Selisih sebesar Rp 7.603.041 menunjukkan bahwa penggunaan BIM dengan Autodesk Revit 2022 dapat menghasilkan penghematan biaya hingga 2,10% dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini menunjukkan bahwa BIM dapat menjadi alat yang efektif untuk mengelola sumber daya dan biaya dalam proyek konstruksi.

Kata Kunci : BIM, Revit, Wide Flange, Penghematan

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan di Indonesia, khususnya dalam bidang konstruksi saat ini telah mengalami banyak perubahan yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas umum maupun fasilitas pribadi yang semakin beragam dan banyak. Dalam menyelenggarakan suatu proyek konstruksi, diperlukan manajemen proyek yang baik dari segi pengelolaan anggaran, mutu, dan waktu pelaksanaan agar proyek dapat berjalan secara efisien dan berhasil sesuai target. Namun, tidak semua konstruksi proyek berjalan tanpa masalah, karena sering ditemukan kendala terkait anggaran, waktu, dan pelaksanaan di lapangan.

Hingga saat ini, sebagian besar perencanaan proyek konstruksi di Indonesia masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti *autoCAD* dan *Microsoft Excel*. Metode tersebut memiliki keterbatasan karena tidak mampu mengakomodasi desain perencanaan secara kolaboratif dan integrasi data proyek secara menyeluruh. Sebagai solusi terhadap keterbatasan tersebut, penggunaan *Building Information Modelling (BIM)* mendapatkan perhatian lebih sebagai inovasi teknologi dalam merancang dan mengelola proyek konstruksi. BIM mampu memodelkan sebuah bangunan secara 3D sehingga gambaran proyek menjadi lebih jelas dan terperinci, tidak hanya dari segi bentuk tetapi juga dari aspek kuantitas material, biaya, dan penjadwalan proyek. Penggunaan BIM dapat meningkatkan efisiensi kerja hingga 50% lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional yang sering kali

membutuhkan pekerjaan secara berurutan dan terpisah. Dengan BIM, perencana dan pengguna dapat bekerja secara kolaboratif dalam waktu yang bersamaan, sehingga mengurangi terjadinya pekerjaan tertunda dan meningkatkan akurasi perencanaan. Sebagai landasan hukum, sesuai Undang-undang No. 22 Tahun 2018, perkembangan gedung dengan luas lebih dari 2000 m² diwajibkan menggunakan BIM untuk perencanaan dan pelaksanaannya. Namun penerapan BIM pada proyek dengan skala bangunan kurang dari 2000 m² masih jarang dilakukan dan belum optimal di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan BIM pada proyek konstruksi dengan luas bangunan kurang dari 2000 m², khususnya pada pekerjaan rangka atap baja workshop POOL Samkai. Penggunaan *software Autodesk Revit* dipilih sebagai alat bantu dalam pemodelan 3D dan estimasi biaya (5D) proyek. *Autodesk Revit* sudah banyak digunakan di dunia untuk kebutuhan dan biaya proyek secara akurat dan efisien.

Menurut Khosakitchalart, Yabuki, dan Fukada 2019, menyampaikan bahwa BIM menawarkan kemampuan *Quantity Take Off (QTO)* yang lebih cepat, akurat, dan andal dibandingkan dengan metode konvensional yang berbasis gambar 2D. Estimasi kuantitas material merupakan komponen penting dalam penyusunan rencana anggaran biaya, penjadwalan, pelaksanaan, dan perencanaan, keseluruhan proyek konstruksi. Dalam praktiknya, perhitungan konvensional sangat memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan, sehingga penggunaan *software komputer berbasis BIM* menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan

akurasi dan efisiensi dalam estimasi material dan biaya.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah pertama, Bagaimana hasil penerapan BIM dalam meningkatkan akurasi estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan rangka atap baja. Dan yang kedua, seberapa besar perbedaan hasil perhitungan anggaran biaya pekerjaan atap baja yang menggunakan konsep BIM jika dibandingkan dengan metode konvensional.

Penelitian ini berfokus pada pemodelan berdasarkan data struktur rangka atap baja *workshop* Samkai, fokus pemodelan hanya pada pekerjaan struktur baja pada proyek tersebut, dan penelitian ini menggunakan BIM dalam bentuk pemodelan 3D dan estimasi kuantitas dan biaya (5D) dengan *software revit*, serta hasil analisis yang difokuskan pada *Bill of Quantity (BoQ)* pekerjaan struktur baja tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan studi kasus dengan pemodelan dan estimasi biaya pekerjaan struktur baja menggunakan *Autodesk Revit* berbasis BIM, kemudian hasil estimasi tersebut dibandingkan dengan perhitungan anggaran biaya yang dihitung menggunakan metode konvensional untuk menganalisis akurasi, efisiensi, dan perbedaan biaya antara kedua metode tersebut dalam mendukung perencanaan proyek konstruksi.

2.1 Autodesk Revit

Autodesk Revit adalah salah satu BIM *software* yang membantutim *Architecture, Engineering, and Construction (AEC)* dalam menciptakan bangunan dan infrastruktur berkualitas tinggi. *Autodesk Revit* dapat digunakan untuk bentuk pemodelan, struktur, dan sistem 3D dengan akurasi, presisi, dan kemudahan parametrik. *Autodesk Revit* juga mampu menyederhanakan pekerjaan dokumentasi dengan revisi instan untuk rencana, elevasi, jadwal, dan bagian saat proyek berubah. *Revit* mendukung pemberdayaan multi disiplin tim dengan perangkat khusus dan lingkungan proyek terpadu (*Autodesk, 2022*). *Autodesk Revit* merupakan *software* yang mendukung *Building Information Modeling (BIM)* dari *Autodesk Revit* digunakan untuk perencanaan desain arsitektur, struktur serta mekanikal, elektrikal dan *plumbing (MEP)*.

Autodesk Revit mendukung konsep kolaborasi pada proyek, dengan membuat desain secara terpisah sesuai perannya tersendiri, kemudian *Autodesk Revit* mampu mengintegrasikan seluruhnya. *Autodesk Revit* dapat memodelkan suatu bangunan dalam bentuk 3D serta menampilkan hasil gambar 2D. Lebih lanjut lagi, *Autodesk Revit* mampu digunakan untuk melakukan perencanaan serta menentukan tahapan

pelaksanaan berdasarkan elemen bangunan, *Revit* juga mampu menyajikan informasi berupa volume material.

2.2 Bill of Quantity (BoQ)

Bill of Quantity (BoQ) dalam terjemahan Bahasa Indonesia diartikan sebagai daftar kuantitas, merupakan perincian seluruh *item* pekerjaan yang ada pada sebuah pekerjaan konstruksi. Pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan struktur, pekerjaan MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*), pekerjaan utilitas, *landscape* dan sebagainya.

Data yang dikumpulkan berupa data berbagai jenis dan harga bahan serta upah pekerja disimpan dalam suatu database menggunakan program *Microsoft Access*, selanjutnya dibuat program sistem informasi estimasi biaya untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan menggunakan *Microsoft Excel*. Dalam pembuatan BoQ ini, seorang *Quantity Surveyor (QS)* harus memahami lingkup pekerjaan, *standart remeasurement, standart detail*, dan *pricing note* yang mana semua ini merupakan hal mendasar dalam pembuatann BoQ. Setelah memahami pengertian dari BoQ perlu mengenali apa saja karakteristiknya yaitu:

1. Ketika perusahaan menerapkan BoQ maka di dalamnya terdapat nama produk yang dibutuhkan beserta jumlah satuan yang akan diproduksi.
2. Penambahan terhadap produk tercantum di BoQ baru terjadi ketika masa negosiasi harga dan klarifikasi.
3. Satu karakteristik yang unik dari BoQ adalah tidak mencantumkan harga satuan.
4. Perencanaanakan menjadi sangat penting karena didalamnya terdapat perhitungan untuk jumlah satuan produk.
5. Divisi atau bagian yang menyusun sekali gus mengelola BoQ adalah konsultan perencanaan.

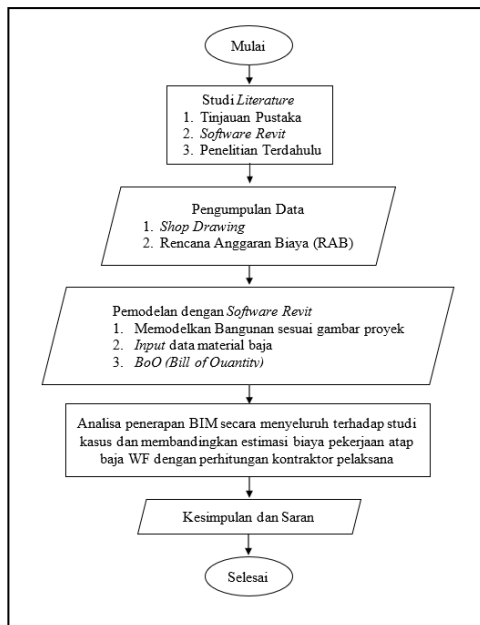
Adapun tujuan dari BoQ adalah sebagai rancangan awal yang berguna untuk menyusun daftar yang berisi untuk dibutuhkan dalam proses bisnis. Apabila ada pengajuan tender maka BoQ adalah sebagai pedoman utama sehingga perusahaan tidak perlu khawatir akan hal tersebut. Selain sebagai pedoman utama, BoQ sebagai dasar untuk penawaran harga agar dapat bersaing dengan penawaran yang diajukan kompetitor.

2.3 Metode Pengumpulan Data

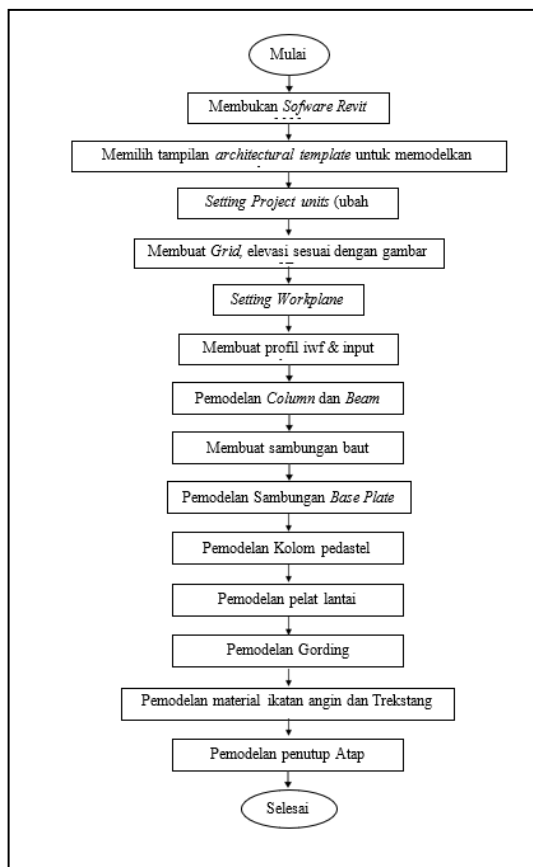
Data peneliti gunakan dihimpun melalui beberapa metode atau langkah tertentu secara terstruktur. Berikut beberapa data yang dimaksud:

1. *Shop Drawing*

2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)



Gambar 1. Flowchart penelitian



Gambar 2. Flowchart Pemodelan Revit

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan RAB Metode Konvensional

Bab ini berisi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) struktur baja WF yang digunakan dalam proyek konstruksi, perhitungan dilakukan secara konvensional dengan menghitung berat dan volume material, kemudian dengan harga satuan bahan dan upah pengerjaan.

1. Perhitungan Balok WF

Profil balok : WF250
 Panjang balok rata-rata : 6m
 Jumlah balok : 8 batang
 Berat per meter : 29,6 kg/m
 Berat per balok : $29 \text{ kg/m} \times 6 \text{ m} = 177,6 \text{ kg}$
 Total berat balok : $177,6 \text{ kg} \times 8 = 1657,60 \text{ kg}$
 Harga Satuan Material : Rp 16.111,00
 Biaya Material Balok : $1657,60 \text{ kg} \times 16.111 = \text{Rp } 26.705.593,60$
 Harga satuan upah per kg : Rp 15.000,00
 Biaya upah : $1657,60 \text{ kg} \times 15.000 = \text{Rp } 24.864.000,00$

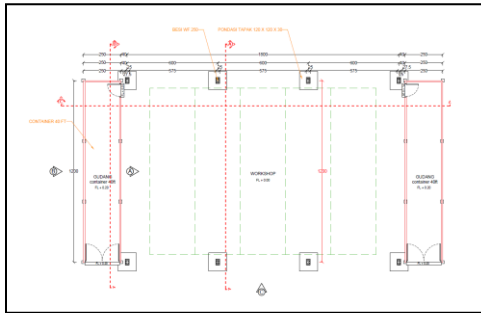
Dari perhitungan rinci dari tiap elemen struktur baja WF, diperoleh bahwa total berat baja yang dihitung dengan metode konvensional untuk keseluruhan struktur mencapai 5620,10 kg. Berat tersebut meliputi kolom, balok, dan rangka atap yang telah dihitung berdasarkan dimensi dan jumlah profil baja WF sesuai spesifikasi proyek. Rangkuman total estimasi pekerjaan konstruksi baja dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman Estimasi RAB Pekerjaan Konstruksi Baja

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total Harga
1	Tiang Kolom WF 250x125x6x9	kg	1657,60	16.111	26.705.593
2	Gording CNP 125x50x20x2,3	kg	1219,50	15.126	18.446.157
3	Rafter WF 250x125x6x9	kg	1776,00	16.111	28.613.136
4	Voute WF 200x100x5,5x8	btg	1,00	4.176.250	4.176.248
5	Ikatan Angin 16 mm	kg	152,00	13.605	2.067.999
6	Trekstang 10 mm	kg	133,20	13.986	1.826.999
7	Atap seng Galvalume 0,35	m ²	302,00	70.000	21.140.000
8	Nok Rabung atap Galvalume	m ²	30,00	70.000	2.100.000
9	Plat 12 mm	lbr	1,00	4.166.013	4.166.013
10	Plat 6 mm	lbr	1,00	2.656.500	2.656.500
11	Baut Mur HTB D.19	ls	1,00	2.500.000	2.500.000
12	Baut Mur D.10	ls	1,00	1.000.000	1.000.000
13	Pak. Pengecatan (finish)	ls	1,00	6.000.000	6.000.000
Sub Total					Rp 115.434.646

3.2 Pemodelan Struktur Atap Baja

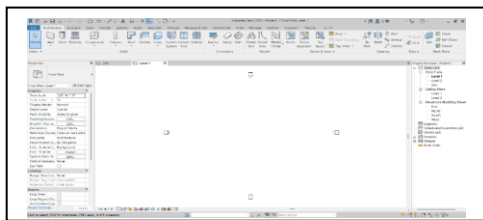
Pada proses memasukkan informasi ke dalam model 3D, terlebih dahulu melakukan *modelling* pada komponen struktur pada *software revit* dengan memiliki gambar 2D *autocad* sebagai acuan gambaran lebar dan tinggi bangunan, hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk dan dimensi yang sesuai pada saat pemodelan *software revit* nantinya. Tampilan denah struktur baja adalah seperti Gambar 3.



Gambar 3. Denah Struktur Baja

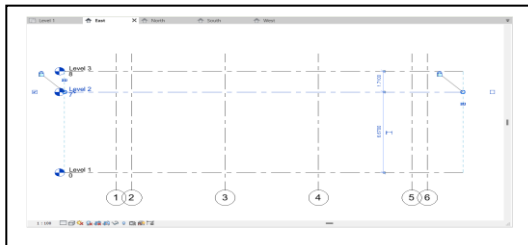
Adapun tahapan-tahapan *modelling* sesuai dengan *flowchart 2.2* pemodelan *structural template* dan tahapan-tahapan *modelling* adalah sebagai berikut:

Memilih *Template*, Pada tampilan awal *software revit* pemodelan struktur atap baja menggunakan *template architecture*. Tampilan *architecture template* dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Tampilan architecture template

Mengubah satuan (*Setting project units common dan Structural*), untuk satuan yang digunakan dalam pemodelan struktur atap baja dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Setting project units

1. Bantu dibuat sesuai dengan gambar 2D *auto CAD* untuk memudahkan dalam menentukan penempatan elemen-elemen struktur pada saat pemodelan. *Grid* dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Grid

2. Membuat garis level, pembuatan garis level untuk menentukan tinggi dan lebar bangunan sebagai garis bantu untuk arah Z.

3. Membuat garis level, pembuatan garis level untuk menentukan tinggi dan lebar bangunan sebagai garis bantu untuk arah Z. Garis level dapat dilihat seperti gambar 3.5. *Setting Workplane*, mengatur *workplane* di grid: 2 penting untuk menentukan permukaan kerja dimana elemen-elemen model yang akan digambar.

4. Membuat Profil WF, data yang dipakai untuk pemodelan struktur baja dalam model 3D ini berasal dari tabel baja SNI, Tabel baja tersebut mencakup rincian berat material baja seperti kolom WF 250x125x6x9.

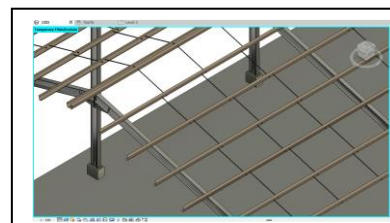
5. Pemodelan *Column* dan *Beam*, setelah selesai pembuatan profil WF kemudian *column* dan *beam* dibuat sesuai dengan gambar 2D *auto CAD*.

6. Membuat sambungan, pada pemodelan ini menggunakan 3 jenis sambungan yang sesuai dengan gambar 2D *autoCAD*, yaitu:

- Knee of frame bolted*, untuk sambungan antara kolom dan *beam*
- Apex haunch*, untuk sambungan antara *beam*
- Base Plate cut*, untuk sambungan antara kolom dan kolom pedestal.

Setelah pemodelan *column* dan *beam* selesai dibuat kemudian disambung menggunakan type sambungan yang sesuai dengan gambar.

7. Pemodelan kolom pedestal, dibuat sesuai dengan gambar rencana dan kolom pedestal di letakkan dibawah sambungan *base plate*. Pemodelan kolom pedestal dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Pemodelan Kolom pedestal

8. Pemodelan Gording, sebelum melakukan pemodelan gording terlebih dahulu membuat garis *referensi plane* untuk memudahkan memodelkan gording, kemudian gording dibuat sesuai dengan gambar 2D *autoCAD*, type gording yang digunakan yakni type CNP 125x50x20x2,3 dan berat yang digunakan didapat dari *load family* yang disediakan oleh *software revit*.

9. Pemodelan Ikatan Angin dan Trekstang, Sebelum membuat pemodelan ikatan angin terlebih dahulu *Hide Temporary objekgording* untuk memudahkan membuat ikatan angin, kemudian *load family* pilih jenis ikatan angin yang akan digunakan.

10. Untuk pemodelan trekstang menggunakan fitur *system beam* dan trekstang diposisikan tegak lurus gording.

11. Pemodelan Sambungan baut gording, untuk memudahkan pemodelan sambungan baut pilih *plate* dan sambungan baut diposisikan pada bidang dudukan gording.

3.3 Hasil Pemodelan Struktur Atap Baja 3D

Penelitian ini dilakukan dengan pemodelan menggunakan bantuan perangkat lunak *Software Revit 2022* guna memodelkan data yang telah diperoleh dari proyek. Proses pemodelan ini tidak hanya sekedar menggambar bentuk bangunan, tetapi juga mengintegrasikan berbagai informasi teknis seperti dimensi, dan material yang diterapkan pada proyek sebenarnya. Dengan adanya pemodelan 3D, berbagai pihak yang terlibat dapat melihat dan memutar desain dari berbagai sudut pandang secara lebih nyata, hal ini sangat membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah desain sejak tahap awal.

3.4 Hasil RAB Struktur Baja Metode BIM Revit

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan 3D dan analisis biaya menggunakan *Software Revit 2022* dapat memberikan pandangan yang akurat dan komprehensif tentang volume pekerjaan dan estimasi biaya proyek. Hal ini berpotensi meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perencanaan konstruksi, serta mempermudah revisi dan perubahan dalam desain proyek.

Penerapan metode ini sangat relevan dalam proyek konstruksi modern yang menuntut kecepatan dan presisi, terutama era digitalisasi konstruksi industri saat ini. Hasil perhitungan RAB atau *Bill of Quantity* yang diperoleh dari *software revit 2022* dilihat pada Tabel 2, 3, dan 4

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	
			Konvensional	BIM REVIT
H.2	Pekerjaan Struktur Baja			
1	Tiang Kolom WF 250x125x6x9	kg	1657,6	1582,4
2	Gording CNP 125x50x20x2.3	kg	1219,5	1204,5
3	Rafter WF 250x125x6x9	kg	1776	1632,55
4	Voute WF 200x100x5.5x8	btg	1	1
5	Ikatan Angin 16 mm	kg	152	138,04
6	Trekstang 10 mm	kg	133,2	129,65
7	Atap seng Galvalume 0,35	m ²	302	295,3
8	Nok Rabung atap Galvalume	m ²	30	30
9	Plat 12 mm (tapak tiang & sambungan)	lbr	1	1
10	Plat 6 mm	lbr	1	1
11	Baut Mur HTB D.19	ls	1	1
12	Baut Mur D.10	ls	1	1
13	Pek. Pengecatan (finish)	ls	1	1
Sub total berat Konstruksi Baja			5620,10	5437,24
Selisih				182,86
Persentase				5 %

Tabel 3.

<Bill of Quantity kolom WF>			
A	B	C	D
Type	Weight	Cost	Total Harga
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9	197.80 kg	16,111.00	3,186,746.68
WF 250x125x6x9: 8	1582.40 kg	128,888.00	25,493,973.41

<Bill of Quantity Struktur Framing>				
A	B	C	D	E
Type	Satuan	Volume	Cost	Jumlah Harga
CNP 125x50x20x2.3	kg	1204.50	15126.00	18,219,267.00
CNP 125x50x20x2.3: 14				
Ikatan Angin Besi Polos 16 mm	kg	138.04	13605.26	1,878,070.09
Ikatan Angin Besi Polos 16 mm: 60				
Rafter WF 250x125x6x9	kg	1407.42	16111.00	22,674,943.62
Rafter WF 250x125x6x9: 8				
Span WF 250x125x6x9	kg	225.13	16111.00	3,627,069.43
Span WF 250x125x6x9: 8				
Trekstang Besi Polos 10 mm	kg	129.65	13986.48	1,813,347.13
Trekstang Besi Polos 10 mm: 62				
Grand total: 152				

3.5 Analisa Perbandingan Volume

Perhitungan *Bill of Quantity (BoQ)* dapat dilakukan dengan metode konvensional dan menggunakan BIM revit 2022. Metode konvensional biasanya menggunakan pengukuran dan perhitungan berdasarkan gambar kerja 2D, yang memerlukan waktu yang lebih lama dan rentan terhadap kesalahan. Sebaliknya penggunaan *software revit* berbasis *Building Information Modelling (BIM)* memungkinkan pemodelan 3D sekaligus perhitungan volume dan biaya secara otomatis dan lebih akurat.

Dalam penelitian ini didapatkan hasil perhitungan volume pekerjaan Konstruksi baja dengan metode konvensional dan *software revit* yang ditunjukkan pada tabel.

Berdasarkan tabel, hasil perhitungan volume struktur atap baja WF dengan metode konvensional diperoleh sebesar 5620,10 kg dan dari perhitungan *software revit* sebesar 5437,20 kg, dari hasil perhitungan ini volume dengan metode konvensional lebih besar dibandingkan perhitungan *software revit*, hal ini kemungkinan besar disebabkan dalam perhitungan volume pekerjaan proyek dihitung secara kasar serta kemungkinan memasukkan nilai toleransi yang. Maka dari itu pihak proyek melakukan sebuah analisis harga dengan toleransi kebutuhan dibuat lebih banyak. Sementara itu, dalam *software revit* semua volume pekerjaan telah dimodelkan secara detail sehingga kebutuhan material dapat ditentukan secara tepat berdasarkan dengan apa yang sudah ada pada model tiga dimensinya.

Berdasarkan gambar perbandingan volume material menunjukkan perbedaan antara metode konvensional dengan metode BIM Revit. Pada beberapa komponen seperti Tiang kolom WF yang diperoleh menggunakan metode konvensional menunjukkan nilai sebesar 1657,6 kg yang sedikit

lebih besar di bandingkan dengan metode BIM Revit sebesar 1582,4 kg.

3.6 Analisa Perbandingan Biaya

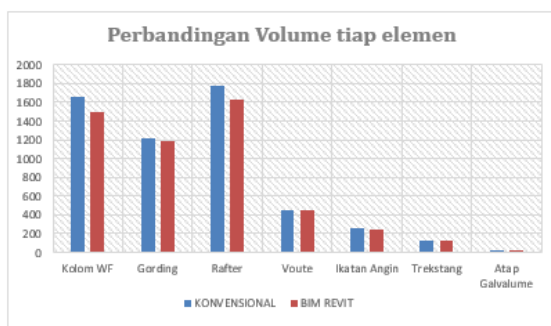
Perhitungan volume material yang dihitung dengan menggunakan metode konvensional dan *software revit* diperoleh perbedaan volume sehingga dalam estimasi biaya berdampak pada biaya total material yang harus disiapkan. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi dalam pengukuran, akurasi data yang dimasukkan, serta adanya toleransi yang ditetapkan pada perhitungan dengan metode konvensional. Metode berbasis BIM seperti *software revit* lebih presisi karena menggunakan model 3D yang detail, sehingga mengurangi kemungkinan *over* estimasi.

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya dengan Metode Konvensional dan BIM Revit

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume		Harga Satuan		Total Harga Upah + Material	
			Konvensional	BIM REVIT	Upah	Material	Konvensional	BIM REVIT
H2 Pekerjaan Konstruksi Baja								
1	Tiang Kolom WFP 250x125x6x9	kg	1657,6	1582,4	-	16.111,00	26.705.593,60	25.494.046,00
2	Gording CWP 125x50x20x2,5	kg	1219,5	1204,5	-	15.126,00	18.446.157,00	18.219.287,00
3	Rafter WFP 250x125x6x9	kg	1776	1652,55	-	16.111,00	28.613.136,00	26.502.013,00
4	Vooute WFP 200x100x5,5x8	btz	1	1	-	4.176.248,00	4.176.248,00	4.176.248,00
5	Ikatan Angin 16 mm	kg	152	138,04	-	13.605,00	2.067.999,00	1.878.070,00
6	Trekstang 10 mm	kg	133,2	129,65	-	13.900,00	1.867.999,00	1.813.347,00
7	Atap semen Galvalume 0,35	m ²	302	295,5	60.000,00	70.000,00	39.260.000,00	38.389.000,00
8	Nok Rabung atap Galvalume	m ²	30	30	20.000,00	70.000,00	2.700.000,00	2.700.000,00
9	Plat 12 mm (atapok tinaes & sambungan)	lbr	1	1	-	4.166.013,00	4.166.000,00	4.166.000,00
10	Plat 6 mm	lbr	1	1	-	2.656.000,00	2.656.000,00	2.656.000,00
11	Baut Mur HTB D.19	ls	1	1	-	2.500.000,00	2.500.000,00	2.500.000,00
12	Baut Mur D.10	ls	1	1	-	1.000.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00
13	Pak. Pemasangan (finish)	ls	1	1	2.000.000,00	6.000.000,00	8.000.000,00	8.000.000,00
H3	Upah Pekerjaan Konstruksi Baja	kg	5620,10	5437,34	15.000,00	-	84.301.500,00	81.558.600,00
						Sub Total	243.654.246,00	
						Selisih	7.603.041,59	
						Persentase	2,1 %	

Berdasarkan Tabel 5 selisih dan persentase penurunan estimasi biaya pekerjaan struktur antara kedua metode dapat dijelaskan sebagai berikut

Selisih Estimasi Keseluruhan = Total Estimasi Biaya Metode Konvensional – Total Estimasi Biaya Rangka Atap Software Revit
 = Rp 364.135.071,26 – Rp 356.532.029,67
 = Rp 7.603.041,59



Gambar 8. Grafik Perbandingan biaya keseluruhan

Berdasarkan data gambar grafik 3.19, total biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan struktur dengan metode konvensional adalah Rp

364.135.071,26. Sedangkan total biaya struktur yang dihitung menggunakan *Autodesk revit* adalah Rp 356.532.029,67, selisih biaya antara metode konvensional dan metode BIM dengan *Autodesk revit* adalah Rp 7.603.041,59, dengan penurunan sebesar 2,10%. Hasil perhitungan menggunakan *software revit* lebih rendah.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian Implementasi konsep *Building Information Modelling* (BIM) 3D dalam mendukung pengestimasian biaya pekerjaan konstruksi atap workshop POOL Samkai. Dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penggunaan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 3D menghasilkan total volume pekerjaan yang lebih kecil, hal ini dikarenakan dengan pemodelan 3D mampu memberikan *output* material *take off* yang terperinci sehingga dapat menekan waste material dan mendukung 5D dalam pengestimasian biaya.
2. Hasil implementasi *Building Information Modelling* (BIM) menggunakan *software Autodesk Revit* pada proyek pembangunan konstruksi atap baja POOL Samkai, Kabupaten Merauke, Papua dibandingkan dengan metode perhitungan metode konvensional menunjukkan bahwa total volume pekerjaan konstruksi atap baja memiliki selisih 182,86 kg atau 3,25% dengan selisih biaya Rp 5.109.141,58 atau 5,17%. Untuk selisih perbandingan perhitungan estimasi biaya keseluruhan pada pekerjaan struktur atap baja sebesar Rp 7.603.041,59 atau 2,10%. Penggunaan BIM menghasilkan estimasi biaya lebih akurat dan detail, mendukung perencanaan anggaran biaya yang lebih efektif dan efisien serta mampu mengurangi risiko kesalahan perhitungan

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Khosakitchalert, C., Yabuki, N., & Fukuda, T. 2019. *Improving the Accuracy of BIM-Based Quantity Takeoff for Compound Elements*. *Journal of Automation in Construction*, vol. 106.
- [2.] Arvianto, Wulfram I, 2005. *Penerapan Manajemen Konstruksi Dalam Pelaksanaan Konstruksi*. *Jurnal Neo Teknika* Vol. 3 No. 1
- [3.] Larson, 2006. *Manajemen Proyek Proses Manajerial*. Edisiketiga, McGraw-Hill
- [4.] Eastman, C., 2011. *Buku Pegangan BIM, Panduan Pemodelan Informasi Bangunan Untuk Pemilik, Manajer, Desainer, Insinyur, dan Kontraktor*. Edisikedua. Jhon Wiley dan Sons.

- [5.] Soeharto, 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Edisi Kedua Jilid 1 dan 2. Jakarta, Erlangga
- [6.] Khochare, S.D., & Waghmare, A.P. 2018. *Pemodelan 3D, 4D, dan 5D untuk Proyek Bangunan Komersial*. Jurnal Kemajuan dan Penelitian Ilmiah dalam Pendidikan Sekutu, 05 (1), hal. 293-298
- [7.] Reinhardt, 2019. *Penerapan Building Information Modelling (BIM) dan Software Pendukung Dalam ProyekKonstruksi*. Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 2, No.2
- [8.] Kementrian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat, 2016. Permen PUPR No.28/PRT/M/2016, *Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan*. Bidang Pekerjaan Umum.
- [9.] Soedrajat Sastraatmadja, 1984. *Analisa Anggaran Pelakasaan*. Jakarta
- [10.] Dipohusodo, 1995. *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Jilid 1. Yogyakarta, Badan Penerbit Kanisus.
- [11.] BIM PUPR, Institut BIM Indonesia, 2018. *Panduan Penerapan BIM dalam Organisasi*. Jakarta, Pusat Listbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [12.] *American Society for Testing and Materials*, 2017. *Spesifikasi Standar ASTM A6/A6M-17 Untuk Persyaratan Umum Batang, Pelat, Profil, dan Tiang Pancang Baja Strutural Canai*. ASTM Internasional.
- [13.] Ibrahim, H., Bachtiar, 2001. *Rencana Dan Perkiraann Biaya Rill*. Jakarta, Bumi Aksara.
- [14.] Ardi, 2020. *Definisi dan Panduan Mengelola Bill Of Quantity / RAB*. Jurnal Spektran, Vol. 11, No. 1