

Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) untuk Pengestimasian Biaya Proyek Pembangunan Pos Jaga di SD dan SMP Terpadu Balikpapan Selatan

Wira Adi Tama*, Iza Putra Permata, Irna Hendriyani, Reno Pratiwi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Universitas Balikpapan

*Correspondence: wira.aditama00@gmail.com

Abstrak. Dengan berkembangnya industri AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) saat ini banyak *software* yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan industri konstruksi dengan tujuan untuk meminimalisir *human eror* dikarenakan pengolahan data secara konvensional. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil perbandingan volume dan biaya menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 5D dengan metode konsultan pada proyek pembangunan Unit Sekolah Baru (USB) Pembangunan SD dan SMP terpadu di kecamatan Balikpapan Selatan. Dengan menggunakan Revit gambar 2D yang di peroleh dari konsultan dimodelkan kembali kedalam bentuk 3D sehingga kebutuhan volume material menjadi lebih detail, dapat diketahui dari perhitungan konsultan sebesar 961.46kg dari *software Autodesk Revit* 621.34kg memiliki selisih 340.12kg atau 35%, untuk volume pekerjaan beton dari perhitungan konsultan memiliki volume sebesar 17.65m³ dari *software Autodesk Revit* memiliki volume 12.01m³ memiliki selisih 5.64m³ atau 32%. Untuk biaya pekerjaan pembesian dari konsultan sebesar Rp14,787,292.87 dari *software Autodesk Revit* Rp9,549,377.76 memiliki selisih Rp5,237,915.11 atau 35%, untuk biaya pekerjaan beton dari konsultan sebesar Rp19,373,381 dari *software Autodesk Revit* memiliki biaya Rp13,078,977 memiliki selisih Rp6,294,404.07 atau 32%. menggunakan konsep BIM 3D yang didukung *software Revit* mampu memberikan hasil material takeoff yang terperinci sehingga mengurangi material yang terbuang sia-sia dan mendukung konsep BIM 5D dalam mendukung perhitungan pengestimasian biaya.

Kata Kunci: BIM 5D, Autodesk Revit, Estimasi Biaya

Abstract. With the development of the AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) industry, currently a lot of software has been developed to meet the needs of the construction industry with the aim of minimizing human error due to conventional data processing. This study aims to analyze the results of volume and cost comparisons using the 5D Building Information Modeling (BIM) concept with conventional methods in the New School Unit construction project for integrated Elementary School and Junior High School development in the South Balikpapan sub-district. By using Revit, the 2D image obtained from the consultant is modeled back into 3D form so that the material volume requirements become more detailed. It can be seen from the consultant's calculation of 961.46kg from the Autodesk Revit 621.34kg software that there is a difference of 340.12kg or 35%, for the volume of concrete work from The consultant's calculation has a volume of 17.65m³ from the Autodesk Revit software which has a volume of 12.01m³, a difference of 5.64m³ or 32%. For concrete work costs from consultants amounting to Rp14,787,292.87 from Autodesk Revit software Rp9,549,377.76, which has a difference of Rp5,237,915.11 or 35%, for concrete work costs from consultants amounting to Rp19,373,381 from Autodesk Revit software, the cost is Rp13,078,977, which has a difference of Rp6,294,404.07 or 32%. This illustrates that using the 3D BIM concept supported by Revit software is able to provide detailed material take-off results so as to reduce wasted material and support the 5D BIM concept in supporting cost estimation calculations.

Keywords: BIM 5D, Autodesk Revit, Cost Estimation

PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya industri AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) saat ini banyak *software* yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan industri konstruksi dengan tujuan untuk meminimalisir *human eror* dikarenakan pengolahan data secara konvensional. Salah satu *software* yang berkembang saat ini adalah *Software Autodesk Revit*, yang merupakan salah satu *software* berbasis BIM (*Building Information Modelling*) yang membantu mendokumentasikan proyek secara lebih nyata dengan pemodelan tiga dimensi. (Khasanah & Wirakusuma, 2022).

BIM merupakan perubahan paradigma yang memiliki banyak manfaat, tidak hanya untuk mereka yang bergerak dalam bidang industri konstruksi bangunan tetapi juga untuk masyarakat yang

lebih luas lagi, bangunan yang lebih baik adalah bangunan yang dalam tahap pembangunannya menggunakan energi, tenaga kerja dan modal yang lebih sedikit. (Eastman et al, 2008)

Komponen BIM mulai dari 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D dan 8D. dimana komponen BIM 2D merupakan bentuk dari proses konstruksi yang paling awal, BIM 3D merupakan pemodelan 3 dimensi, BIM 4D merupakan informasi dalam proses penjadwalan, BIM 5D merupakan perkiraan pembiayaan, BIM 6D analisis energi, BIM 7D merupakan pengoperasian dan pemeliharaan, dan BIM 8D merupakan keamanan dan rencana darurat. Dari berbagai dimensi yang ditawarkan pada software BIM perkiraan pembiayaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam hal keberhasilan suatu proyek, karena proyek dikatakan berhasil bila tepat mutu, tepat waktu dan tepat biaya.

Salah satu proyek yang saat ini sedang dibangun di Kota Balikpapan adalah proyek pembangunan Unit Sekolah Baru (USB), dimana pembangunan ini meliputi pembangunan SD dan SMP terpadu yang terletak di kecamatan Balikpapan Selatan, perkiraan biaya pembangunan USB ini sebesar Rp. 33.973.187.000, pembangunan ini terdiri dari beberapa bangunan, salah satunya pos jaga untuk SD dan SMP dengan ukuran 3 x 4,5m, dengan perkiraan biaya sebesar Rp.172,464,000, adapun item pekerjaan dari pembangunan pos jaga ini adalah pekerjaan struktur, arsitektur dan mekanikal plumbing, dengan biaya pekerjaan struktur adalah Rp77.522.181, pekerjaan struktur ini terdiri dari beberapa kegiatan yaitu pekerjaan fondasi dengan volume 10.35m³, sedangkan volume beton pada sloof 0.69m³, kolom 1.44m³, ring balok 1.05m³, atap 2.32m³, dan plat lantai 1.80m³, sedangkan untuk volume pembersihan pada pekerjaan struktural yaitu 961.46 kg. Perhitungan pembiayaan pada proyek pembangunan ini masih menggunakan cara konvensional, berdasarkan hasil penelitian (Laorent D, 2019) perhitungan volume dengan cara konvensional dan Revit masih terdapat selisih sebesar 5,3% pada volume beton untuk atap. Dimana dengan perhitungan menggunakan revit dapat meminimalkan kesalahan akibat *human error* karena apabila perhitungan menggunakan AutoCad atau Ms. Excel keterlibatan manusia dalam melakukan perhitungan cukup besar, sedangkan dengan menggunakan Revit dapat langsung diketahui volume ketika model telah dibuat.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan penerapan BIM 5D untuk melakukan estimasi biaya pada pekerjaan kolom di pembangunan pos jaga USB. Sehingga dari hasil perhitungan akan diketahui berapa persen selisih volume dan biaya pada pembangunan pos jaga USB.

METODE

Jenis data yang dipergunakan pada penelitian ini ialah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil secara langsung oleh peneliti kepada sumbernya tanpa ada perantara. Peneliti mencari dan menemukan data kepada informan baik wawancara maupun pengamatan langsung di lapangan. Kata-kata dan tindakan orang yang diamati atau diwawancarai merupakan sumber data yang utama (Lexy Moleong, 2005). Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari responden atau obyek yang diteliti, atau ada hubungannya dengan yang diteliti seperti foto dan wawancara.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang telah diperoleh yaitu dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku, dan lain sebagainya (Hasan, 2002). diperoleh asal instansi-instansi terkait dan perpustakaan. di dalam penelitian ini data sekunder Sumbernya lebih banyak diperoleh berasal dari pihak konsultan seperti :

a. Detailed Engineering Design (DED)

Rancang Bangun Rinci (Detail Engineering Design) yang selanjutnya disebut DED adalah dokumen desain teknis bangunan yang terdiri dari gambar teknis, spesifikasi teknis dan spesifikasi umum, volume serta biaya pekerjaan. (Permen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 20, 2017)

b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut (Ibrahim, 2001) rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut

c. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu. Biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan, dan alat), dan biaya tidak langsung (biaya umum atau overhead, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu, belum termasuk Pajak Pertambahan Nilai (PPN). (Kementerian PUPR, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil

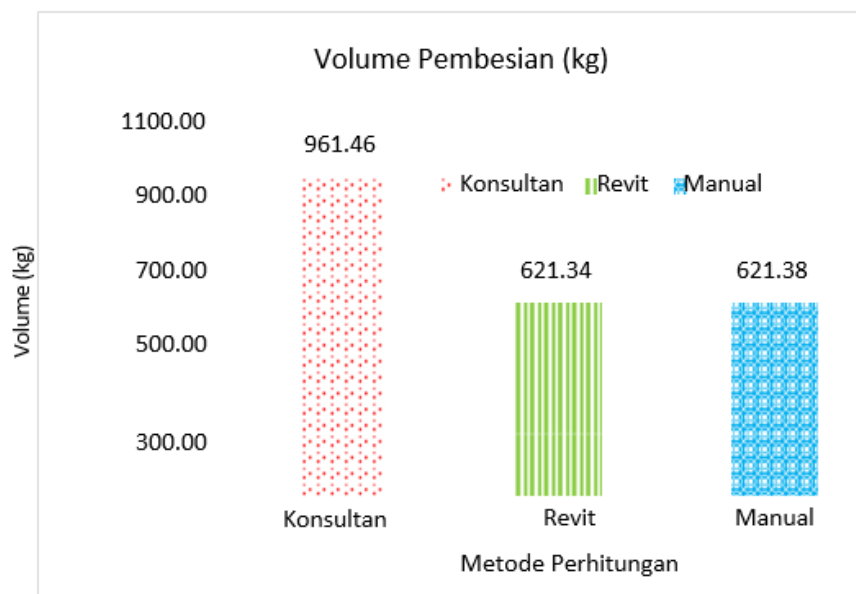
1. Analisa Perbandingan Volume

a. Analisa Perbandingan Volume Pembesian

Tabel 1. Volume Pekerjaan Pembesian

| No | Item pekerjaan | Volume Pembesian (kg) | | | Persentase (%) |
|----|---------------------|-----------------------|--------|--------|----------------|
| | | Konsultan | Revit | Manual | |
| 1 | Pondasi Batu Gunung | | 21.31 | 21.31 | |
| 2 | Sloof | 157.29 | 132.47 | 132.48 | 16% |
| 3 | Kolom | 311.07 | 156.71 | 156.72 | 50% |
| 4 | Balok | 239.36 | 132.47 | 132.48 | 45% |
| 5 | Plat Lantai | 94.68 | 53.17 | 53.17 | 44% |
| 6 | Atap Dak | 159.06 | 125.22 | 125.23 | 21% |
| | Total | 961.46 | 621.34 | 621.38 | 35% |

Sumber: Hasil Analisis 2023



Gambar 1. Grafik Perbandingan Volume Pembesian

Sumber: Hasil Analisis 2023

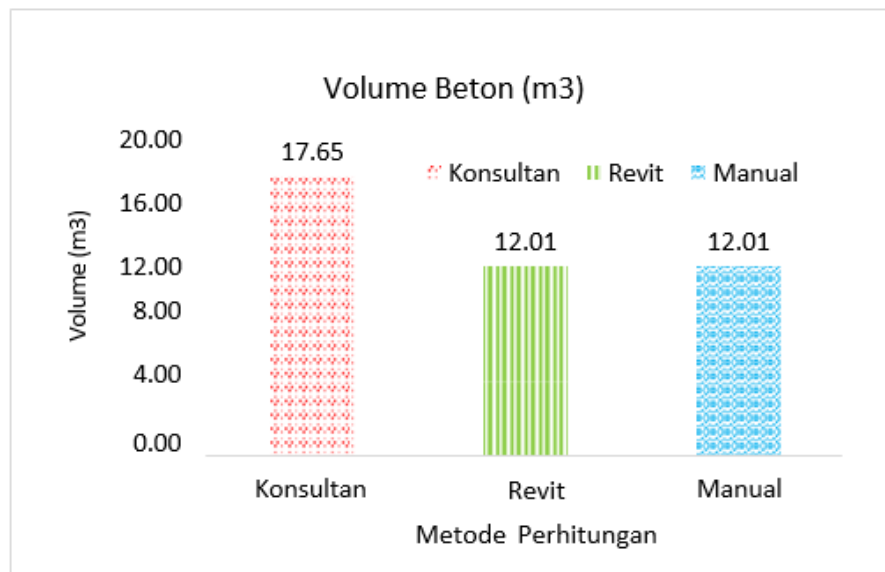
Dapat diketahui pada tabel 1. selisih pada perhitungan biaya konsultan dengan Revit memiliki perbedaan 340.12kg atau 35% yang di dapat dari volume pekerjaan pembesian konsultan (961.46 kg) dikurang hasil volume pekerjaan pembesian dari software Revit (621.34 kg), sedangkan perbedaan dari perhitungan Revit dengan manual 0.05kg atau 0.01%. Dan dapat dilihat grafik *total cost* beton pada gambar 1, yang didapat dari volume pembesian manual (621.38 kg) dikurang hasil volume pembesian software Revit (621.34 kg).

b. Analisa Perbandingan Volume Beton

Tabel 2. Volume Pekerjaan Beton

| No | Item pekerjaan | Volume Beton (m ³) | | | Persentase (%) |
|----|---------------------|--------------------------------|-------|--------|----------------|
| | | Konsultan | Revit | Manual | |
| 1 | Pondasi Batu Gunung | 10.35 | 7.48 | 7.48 | 28% |
| 2 | Sloof | 0.69 | 0.58 | 0.58 | 17% |
| 3 | Kolom | 1.44 | 0.72 | 0.72 | 50% |
| 4 | Balok | 1.05 | 0.58 | 0.58 | 45% |
| 5 | Plat Lantai | 1.8 | 1.15 | 1.15 | 36% |
| 6 | Atap Dak | 2.32 | 1.50 | 1.50 | 35% |
| | Total | 17.65 | 12.01 | 12.01 | 32% |

Sumber: Hasil Analisis 2023



Gambar 2. Grafik Perbandingan Volume Pembesian

Sumber: Hasil Analisis 2023

- c. Dapat diketahui pada tabel 2. selisih pada perhitungan biaya konsultan dengan Revit memiliki perbedaan 5.64m³ atau 32%, yang di dapat dari hasil volume pekerjaan beton konsultan (17.65 m³) dikurang hasil valume pekerjaan beton software Revit (12.01 m³) sedangkan dari Revit dengan Manual tidak memiliki perbedaan perhitungan. Dan dapat dilihat grafik *total cost* beton pada gambar 3, yang di dapat dari perhitungan hasil volume beton Manual (12.01 m³) di kurang hasil volume beton Software Revit (12.01 m³).

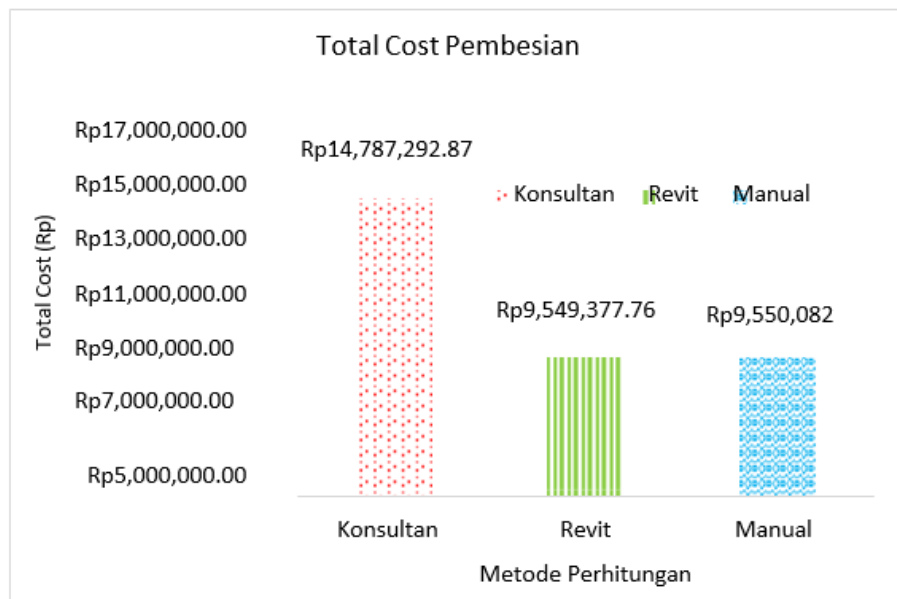
2. Analisa Perbandingan *Total Cost*

a. Analisa Perbandingan *Total Cost* Pembesian

Tabel 3. *Total Cost* Pekerjaan Pembesian

| Item Pekerjaan | <i>Total Cost</i> Pembesian | | | Persentase (%) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------------|
| | Konsultan | Excel | Revit | |
| Besi Angkur | Rp - | Rp325,935.02 | Rp325,957 | |
| Sloof | Rp 2,406,017.94 | Rp2,026,278.91 | Rp2,026,432 | 16% |
| Kolom | Rp 4,758,344.47 | Rp2,397,124.32 | Rp2,397,308 | 50% |
| Ring balok | Rp3,661,418.11 | Rp2,026,278.91 | Rp2,026,432 | 45% |
| Plat Lantai | Rp 1,528,419.24 | Rp858,326.52 | Rp858,386 | 44% |
| Atap Dak | Rp 2,433,093.10 | Rp1,915,434.08 | Rp1,915,566 | 21% |
| Total | Rp 14,787,292.87 | Rp9,549,377.76 | Rp9,550,082 | 35% |

Sumber: Hasil Analisis 2023



Gambar 3. Grafik Perbandingan *Total Cost* Pembesian
Sumber: Hasil Analisis 2023

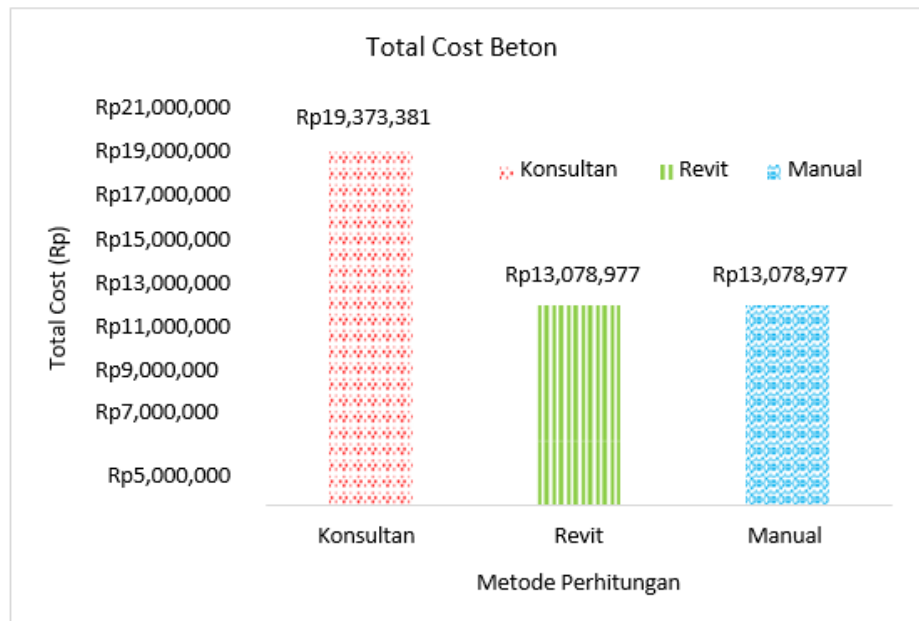
Dapat diketahui pada tabel 3. selisih pada perhitungan konsultan dengan Revit memiliki perbedaan Rp 5,237,915.11 atau 35%, yang di dapat dari hasil analisa total cost pembesian konsultan (Rp 14,787,292.87) dikurang hasil analisa total cost pembesian software Revit (Rp9,550,082) sedangkan perbedaan dari perhitungan Revit dengan manual Rp.704 atau 0.01%. Dan dapat dilihat grafik *total cost* pembesian pada gambar 3, yang di dapat dari perhitungan analisa hasil total cost pembesian manual (Rp9,550,082). Di kurang analisa hasil perhitungan total cost pembesian Software Revit (Rp9,549,377,76).

b. Analisa Perbandingan *Total Cost* Beton

Tabel 4. *Total Cost* Pekerjaan Beton

| Item Pekerjaan | <i>Total Cost</i> Beton | | | Persentase (%) |
|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Konsultan | Excel | Revit | |
| Batu Gunung | Rp10,381,722.75 | Rp7,498,913.94 | Rp7,498,913.94 | 28% |
| Sloof | Rp849,896.46 | Rp709,478.78 | Rp709,478.78 | 17% |
| Kolom | Rp1,773,696.96 | Rp886,848.48 | Rp886,848.48 | 50% |
| Ring balok | Rp1,293,320.70 | Rp709,478.78 | Rp709,478.78 | 45% |
| Plat Lantai | Rp2,217,121.20 | Rp1,421,728.97 | Rp1,421,728.97 | 36% |
| Atap Dak | Rp2,857,622.88 | Rp1,852,527.93 | Rp1,852,527.94 | 35% |
| Total | Rp19,373,380.95 | Rp13,078,977 | Rp13,078,977 | 32% |

Sumber: Hasil Analisis 2023



Gambar 4. Grafik Perbandingan *Total Cost Beton*
Sumber: Hasil Analisis 2023

Dapat diketahui pada tabel 4. selisih pada perhitungan konsultan dengan excel memiliki perbedaan Rp6,294,404.07 atau 32%, yang di dapat dari hasil total cost pekerjaan beton (Rp19,373,380.95) dikurang hasil total cost pekerjaan beton Software Revit (Rp13,078,977) sedangkan perbedaan dari perhitungan konsultan dengan revit Rp.0.01 atau 0%. Dan dapat dilihat grafik *total cost* beton pada gambar 4, yang di dapat dari hasil perhitungan total cost beton manual (Rp13,078,977) di kurang hasil perhitungan total cost beton Software Revit (Rp13,078,977).

c. Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

Sehingga dapat diketahui bahwa hasil rekapitulasi yang didapatkan dari perhitungan *bill of quantity* dari *software revit*, Menurut (Nadeem etc, 2015) BOQ menyediakan kerangka kerja estimasi terstruktur untuk proyek konstruksi dan merupakan bagian dari rencana pengelolaan material proyek. BOQ digunakan pada saat proses tender untuk pemilihan kontraktor, BOQ digunakan untuk memperkirakan biaya dan membandingkan harga tender yang diajukan oleh berbagai kontraktor dan perhitungan secara manual didapatkan perbedaan dengan *total cost* pada perhitungan konsultan gabungan dari beberapa item pekerjaan struktural. Sedangkan total biaya pekerjaan struktural yang ada pada dokumen proyek dapat dilihat pada pada Gambar 5.

| B PEKERJAAN STRUKTUR | | | | | |
|-------------------------------|----|--------|----|--------------|------------------|
| 1 Pas. Batu gunung 1pc:4psr | m3 | 10.35 | Rp | 1,003,065.00 | Rp 10,381,722.75 |
| 2 Beton sloof 15X20 | | | | | |
| - beton k225 | m3 | 0.69 | Rp | 1,231,734.00 | Rp 849,896.46 |
| - Begesting 2x pakai | m2 | 9.20 | Rp | 102,809.00 | Rp 945,842.80 |
| - pembesian dengan besi polos | kg | 157.29 | Rp | 15,296.70 | Rp 2,406,017.94 |
| 3 Beton kolom 15x15 | | | | | |
| - beton k225 | m3 | 1.44 | Rp | 1,231,734.00 | Rp 1,773,696.96 |
| - Begesting 2x pakai | m2 | 28.80 | Rp | 159,625.00 | Rp 4,597,200.00 |
| - pembesian dengan besi polos | kg | 311.07 | Rp | 15,296.70 | Rp 4,758,344.47 |
| 4 Ring balok 15x20 | | | | | |
| - beton k225 | m3 | 1.05 | Rp | 1,231,734.00 | Rp 1,293,320.70 |
| - Begesting 2x pakai | m2 | 14.00 | Rp | 163,173.00 | Rp 2,284,422.00 |
| - pembesian dengan besi polos | kg | 239.36 | Rp | 15,296.70 | Rp 3,661,418.11 |
| 5 Canopy jendela tebal 10 cm | | | | | |
| - beton k-225 | m3 | 1.78 | Rp | 1,231,734.00 | Rp 2,192,486.52 |
| - Begesting | m2 | 17.82 | Rp | 163,173.00 | Rp 2,907,742.86 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|----|--------|----|--------------|-----------|----------------------|
| - pembesian dengan besi polos | kg | 146.48 | Rp | 15,296.70 | Rp | 2,240,660.62 |
| 7 Dak tebal 10 cm | | | | | | |
| - beton k-225 | m3 | 2.32 | Rp | 1,231,734.00 | Rp | 2,857,622.88 |
| - Begesting | m2 | 19.35 | Rp | 177,225.00 | Rp | 3,429,303.75 |
| - pembesian dengan besi polos | kg | 159.06 | Rp | 15,296.70 | Rp | 2,433,093.10 |
| 9 Rabat lantai 1' K-225 | | | | | | |
| - beton k-225 | m3 | 1.80 | Rp | 1,231,734.00 | Rp | 2,217,121.20 |
| - wiremesh M8 | kg | 94.68 | Rp | 16,143.00 | Rp | 1,528,419.24 |
| 10 WATERPROFING | m2 | 28.00 | Rp | 98,000.00 | Rp | 2,744,000.00 |
| 11 Parit beton | | 961.46 | | | Rp | - |
| - beton k-175 | m3 | 8.44 | Rp | 1,193,517.00 | Rp | 10,073,283.48 |
| - wiremesh M8 | kg | 353.47 | Rp | 16,143.00 | Rp | 5,706,066.21 |
| - bekesting | m2 | 38.40 | Rp | 162,513.00 | Rp | 6,240,499.20 |
| Jumlah | | | | | Rp | 77,522,181.25 |

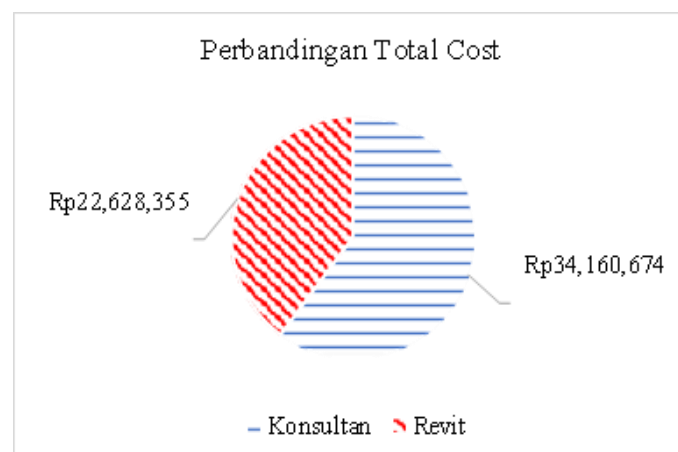
Gambar 5. Total Biaya Pekerjaan Struktural dari Dokumen Proyek

Sumber: Data Konsultan 2023

Tabel 5. Perbandingan Total Cost

| Metode Perhitungan | Total Cost | Selisih | Persentase |
|--------------------|---------------------|--------------|------------|
| <u>Konsultan</u> | <u>Rp34,160,674</u> | Rp11,532,319 | 34% |
| <u>Revit</u> | <u>Rp22,628,355</u> | | |

Sumber: Hasil Analisis 2023



Gambar 6. Grafik Perbandingan Total Cost Konsultan dan Revit

Sumber: Hasil Analisis 2023

Dengan menggunakan Revit gambar 2D tadi dimodelkan kedalam bentuk 3D sehingga dari perhitungan RAB konsultan sebesar Rp34,160,674 sedangkan hasil menggunakan *software* Autodesk Revit sebesar Rp22,628,355 yang mana dari perhitungan dua metode tersebut memiliki perbedaan sebesar Rp11,532,319 atau 34%. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa dalam menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 3D yang didukung oleh *software* Revit mampu memberikan hasil material takeoff yang terperinci sehingga dapat mengurangi material yang terbuang sia-sia dan mendukung BIM 5D dalam mendukung perhitungan pengestimasian biaya. Hal tersebut serupa pada penelitian (Laorent, D. 2019) dimana Revit dapat melakukan pemodelan elemen struktur dengan baik dan mudah dipahami, sehingga dengan permodelan yang berbentuk 3D memudahkan banyak pihak untuk menganalisa dan mengoreksi apabila terjadi perbedaan volume dan meminimalkan kesalahan akibat human error pada saat perhitungan volume.

Seperti pada penelitian yang dilakukan (Syahrul Huzaini, 2021) dengan perhitungan menggunakan penerapan konsep BIM 3D yang dibantu *software* revit menghasilkan perhitungan 5,75% lebih murah dari perhitungan rencana anggaran biaya yang terdapat pada dokumen proyek.

SIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan konsep BIM 5D menggunakan *software Autodesk Revit* menghasilkan total volume pekerjaan yang lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan konsultan, dimana volume pada pekerjaan pembesian dari perhitungan konsultan sebesar 961.46kg dari *software Autodesk Revit* 621.34kg yang dimana memiliki selisih 340.12kg atau 35%, untuk volume pekerjaan beton dari perhitungan konsultan memiliki volume sebesar 17.65m³ dari *software Autodesk Revit* memiliki volume 12.01m³ yang dimana memiliki selisih 5.64m³ atau 32%, yang berarti perhitungan menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 5D dibantu dengan *software Autodesk Revit* lebih kecil.
2. Penggunaan konsep BIM 5D menggunakan *software Autodesk Revit* menghasilkan total biaya pekerjaan yang lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan konsultan, dimana biaya pada pekerjaan pembesian dari konsultan sebesar Rp14,787,292.87 dari *software Autodesk Revit* Rp9,549,377.76 yang dimana memiliki selisih Rp5,237,915.11 atau 35%, untuk biaya pekerjaan beton dari konsultan memiliki biaya sebesar Rp19,373,381 dari *software Autodesk Revit* memiliki biaya Rp13,078,977 yang dimana memiliki selisih Rp6,294,404.07 atau 32%, yang berarti perhitungan menggunakan konsep *Building Information Modelling* (BIM) 5D dibantu dengan *software Autodesk Revit* biaya yang dikeluarkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Eastman Et Al. (2008). Concept Of BIM. Di dalam skripsi : Janni Tjell (Ed). Building Information Modelling (BIM) In Design Detailing With Focus On Interior Wall Systems, 2010. Denmark: 1-2.
- Hasan, Iqbal. (2002). Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Jakarta. Ghalia Indonesia
- Huzaini, S. (2021). Penerapan Konsep Building Information Modelling (Bim) 3d Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur Application The Concep Of Building Information Modelling (Bim) 3d In Supporting Structural Work Cost Estimation.
- Ibrahim, H. Bachtiar. 2001. Rencana Dan Estimate Real of Cost. Jakarta : Bumi Aksara.
- Kementerian Pupr. (2019). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 21 Tahun 2019 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi
- Permen PUPR (2017). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 20/PRT/M/2017 Tahun 2017.
- Khasanah, L., & Wirakusuma, I. (2022). Design Of Beam Based On Bim Method Using Autodesk Revit And Autodesk Rsap. Jurnal Extrapolasi.
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit. Dimensi Utama Teknik Sipil, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/Duts.6.1.1-8>
- Moleong, J Lexy. (2005). Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung, Edisi Revisi: PT Remaja Rosdakarya
- Nadeem, Abid. Wong, Andy. Wong, Francis K (2015). Bill of Quantities with 3D Views Using Building Information Modeling.