

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DALAM ESTIMASI VOLUME PEKERJAAN STRUKTURAL DAN ARSITEKTURAL PADA PROYEK PERENCANAAN GEDUNG UTAMA RSB BERAU

Itsna Aulya Reista¹, Ilham¹, Annisa¹

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi Sains Bandung,

Cikarang Pusat, Indonesia

E-mail: itsnareista@gmail.com

Ilham.mhd.yunus.01@gmail.com

annisaica@gmail.com

Abstract

Calculation of the volume of work using 2D CAD drawings requires a manual process because it requires other supporting software such as Microsoft Excel to perform calculations, as a result of the manual process errors often occur due to inaccuracy and complexity of the building to be built. One way to increase the accuracy of calculations can be done by applying Building Information Modeling (BIM) or construction technology based on industry 4.0.

This study aims to determine the use of Autodesk Revit Software to estimate volume calculations and analyze the differences in the results of the estimated volume calculations based on Building Information Modeling and volume estimates using 2D CAD. The research case study is the Planning Data of the Main Building of the Baznas Berau Hospital. The research was conducted by making the BIM Model of the building based on the Detailed Engineering Design, then the volume was calculated from the BIM Model. The calculation results are then compared with the Bill of quantity (BQ) of the project and analyzed.

The results showed that the average difference in foundation work was 2%, sloof and beam work 0%, column work 1%, floor slab work 3%, stairs work 15%, wall work 7%, door work 7%, window work 0%, floor pattern work 5%, ceiling work 17%, and roofing work 6%. The average difference in architectural work is 6%, while in structural work it is 0%.

Keywords: *BIM, Structural, Architectural, Volume, Revit.*

1. PENDAHULUAN

Perhitungan *quantity take off* konvensional sering terjadi kesalahan karena ketidaktepatan dan kompleksitas bangunan yang dapat membuat kerugian. Salah satu cara untuk meningkatkan keakuratan perhitungan dapat dilakukan dengan menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) atau teknologi konstruksi yang berbasis industri 4.0. Salah satu *tools* yang dapat digunakan dalam perhitungan *quantity takeoff* adalah software Autodesk revit.

Keberadaan BIM mengubah sistem konstruksi tradisional, dimana sering terjadi kesalahpahaman antar disiplin ilmu terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik.

Kompleksitas pada proyek juga memungkinkan aspek bangunan seperti struktur, arsitektur, dan MEP saling bersinggungan dan mengalami konflik. Demikian pula dengan penggunaan *software-software* konvensional yang beragam untuk satu proyek berpotensi untuk menghasilkan ketidakakuratan

dalam perhitungan material maupun pekerjaan yang secara sistematis akan mengakibatkan kurang baiknya mutu pekerjaan (Rahman et al., 2019a).

Kemampuan BIM dalam menghitung volume pekerjaan pada tahap desain, baik arsitektur, dan struktur, berpotensi untuk mereduksi pembengkakan biaya dan mengurangi material sisa pada tahap konstruksi. Dengan menggunakan studi kasus di proyek pembangunan Rumah Sehat Baznas Berau, penelitian ini akan difokuskan pada perbandingan volume antara konsep BIM 5D dan BIM 2

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Building Information Modeling

Penggunaan BIM dalam dunia proyek konstruksi ini sangat membantu karena informasi-informasi yang semula sangat susah untuk didapatkan dan sering sekali lalai dapat dengan mudah dikoordinasikan. Salah satu tujuan utama dari teknologi BIM adalah untuk mendukung proses berjalannya proyek dimulai dari tahapan pra-konstruksi sampai tahap pemeliharaan atau *maintenance*. Berikut merupakan penggunaan BIM disetiap tahapan suatu proyek:

1. Tahap Pra-Konstruksi

Pada tahapan ini owner mencoba untuk mengestimasi ukuran proyek dengan anggaran proyek yang tersedia. Estimasi proyek pada tahap ini masih terbilang sangat dasar. Dengan BIM model bangunan yang sudah dalam bentuk 3D bisa dihubungkan dengan database guna menghitung anggaran kasar suatu proyek. Hal ini berguna demi terjadinya proyek sesuai dengan apa yang diinginkan oleh owner.

2. Tahap Desain

Pada tahap desain, kolaborasi antara disiplin ilmu sudah mulai berjalan. Berbagai disiplin ilmu berkolaborasi demi menjadikan suatu model 3D yang lengkap dengan visualisasi sejelas jelasnya. Berbagai disiplin ilmu antara lain, arsitek insinyur dan owner. Dilakukannya koordinasi dalam satu model bertujuan untuk mengurangi kesalahan desain yang bertabrakan antara satu disiplin ilmu dengan yang lainnya.

3. Tahap Konstruksi

Pada tahap ini BIM bisa mempercepat proses konstruksi, mengurangi risiko kesalahan, mengurangi pekerjaan yang berulang, serta mengurangi biaya akibat kerusakan atau *repair* karena terjadi bentrokan antar desain. Hal ini bisa terjadi karena sebelum masuk ke tahap konstruksi, BIM sudah memvisualisasikan bangunan sejelas-jelasnya lengkap dengan informasi yang mudah dipahami untuk masa konstruksi.

4. Tahap *Maintenance*

Model proyek atau gedung yang sudah jadi, akan disimpan dalam bentuk database atau disimpan dalam komputer. Sehingga jika ingin melakukan *maintenance*, hal yang pertama dilakukan adalah membuka file BIM bangunan tersebut sehingga memudahkan proses monitoring proyek.

2.1 Keuntungan Building Information Modelling

Beberapa keuntungan dari BIM (menurut Rayendra & Soemardi, 2014) adalah:

- a. Meminimalkan *design lifecycle* dengan meningkatkan koordinasi antara *owner*, konsultan, dan kontraktor. Setiap elemen (arsitek, struktur, dan *mechanical electrical*) dalam proyek konstruksi

memiliki fungsi dan kepetingan yang sama besarnya, dan hal ini yang sering membuat ketidak-sinkronan antar elemen pada saat proses desain sehingga menyebabkan *clash* (tabrakan) saat dikerjakan di lapangan yang nantinya menimbulkan *dispute*.

- b. Akurasi dokumentasi dari proses konstruksi sehingga tidak terjadi kesalahpahaman saat proses konstruksi berjalan. Seperti kelengkapan lingkup dan volume pekerjaan.
- c. Dapat digunakan untuk mengendalikan *lifecycle* bangunan, termasuk saat operasional dan pemeliharaan.
- d. Memperkecil kemungkinan terjadinya konflik.
- e. Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.
- f. Meningkatkan manajemen konstruksi.

2.2 Volume Pekerjaan

Menurut AHSP (2016), Volume pekerjaan disesuaikan dengan kebutuhan perkegiatan pekerjaan yang dicantumkan dalam daftar kuantitas dan harga bill of quantity (BOQ). Harga total keseluruhan merupakan jumlah dari seluruh hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan masing-masing. Pajak pertambahan nilai (PPN) besarnya adalah 10% dari harga total keseluruhan pekerjaan.

Menurut AHSP (2016), harga satuan setiap pekerjaan adalah harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian metoda pelaksanaan, yang memuat jenis, kuantitas dan harga satuan dasar dari komponen upah sumberdaya manusia, bahan dan material, K3, serta peralatan yang diperlukan yang didalamnya sudah termasuk biaya keuntungan, harga satuan pekerjaan dimasukkan dalam daftar bill of quantity (BOQ) yang merupakan hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kota Berau, Kalimantan Timur. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (google earth,2022)

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Penelitian kuantitatif yang merupakan metode analisis dengan melakukan penghitungan terhadap data-data yang bersifat pembuktian dari masalah. Metode penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2013) adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan.

Adapun data bangunan adalah sebagai berikut:

a. Data Umum bangunan

- Nama Gedung : Gedung A
- Lokasi : Berau, Kalimantan Timur
- Fungsi : Rumah Sakit
- Jumlah Lantai : 2 lantai
- Tinggi Gedung : 15 m
- Material Struktur : Beton bertulang

b. Data Gambar

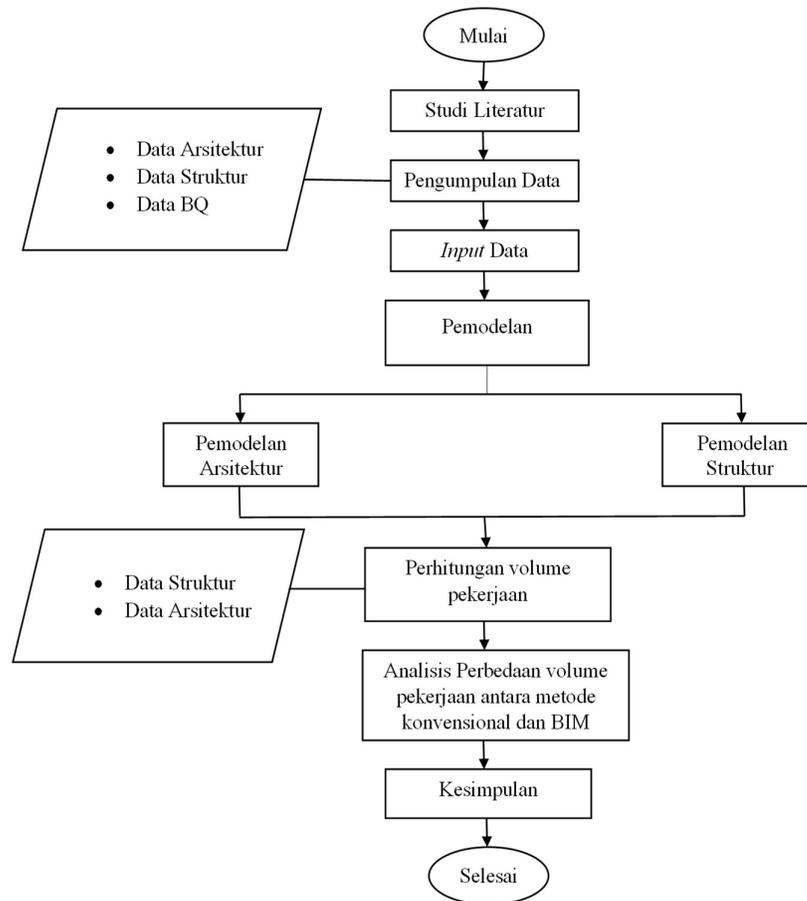
Data gambar yang digunakan adalah gambar struktur dan arsitektur.

c. Data Bill Of Quantity proyek

Data BQ yang digunakan adalah data struktur dan arsitektur.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

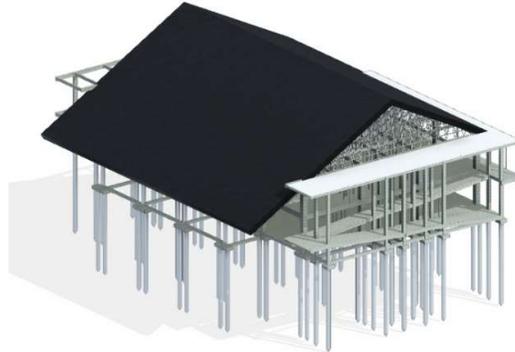
Sumber : Penelitian penulis, 2022

4. PEMBAHASAN DAN DISKUSI

4.1 Hasil Pemodelan

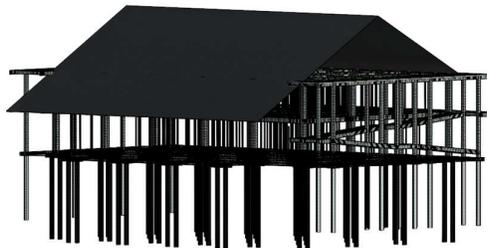
4.1.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur terdiri dari pemodelan fondasi, kolom, balok, pelat lantai dan atap, Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Revit 2023 versi *student*. Hasil dari pemodelan struktur adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Pemodelan Struktur

Sumber : Penelitian penulis, 2022



Gambar 4.2 Pemodelan Tulangan

Sumber : Penelitian penulis, 2022

4.1.2 Pemodelan Arsitektur

Pemodelan Arsitektur terdiri dari pemodelan dinding, *finishing* lantai, pintu, jendela, tangga, dan *ceiling*. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Revit 2023 versi *student*. Hasil dari pemodelan arsitektur adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Pemodelan arsitektur

Sumber : Penelitian penulis, 2022



Gambar 4. 4 Pemodelan arsitektur

Sumber : Penelitian penulis, 2022

4.2 Perhitungan Perbedaan Volume

1. Perhitungan Volume Fondasi.

Pada pemodelan volume fondasi yang telah dilakukan terdapat satu pekerjaan tidak sesuai dengan volume BQ, perbedaan/selisih terdapat pada volume pekerjaan beton *borepile*. Pada pemodelan revit, volume pekerjaan beton borepile adalah 125,5 m³, sedangkan volume yang diperoleh dari BQ adalah 138,16 m³ selisih 9%. Perbedaan volume dimungkinkan karena pada perhitungan BQ ketinggian *borepile* dianggap sama yaitu setinggi 9,1m karena perhitungan *pilecap* pada BQ juga dianggap satu tipe yaitu PC2 saja, sedangkan pada *software revit* berbeda, terdapat dua jenis *pilecap* yaitu PC1 dan PC2 , ketinggian *borepile* disesuaikan dengan level yang ada pada gambar DED yaitu 7,2 m untuk PC1 dan 9,1 m untuk PC2. Perbedaan perhitungan volume antara software revit dan BQ proyek dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Perbedaan volume fondasi antara software Revit dan BQ Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
A	Pekerjaan Fondasi				
1	Pek. Beton Pile Cap (PC1)	m ³	7.2	38.7	0%
2	Pek. Beton Pile Cap (PC2)	m ³	31.5		0%
3	Pek. Beton Bore Pile	m ³	125.5	138.16	9%
4	Pek Tulangan	kg	24,861	24,839.09	0%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

2. Perhitungan Volume Kolom.

Pada pemodelan kolom terdapat perbedaan volume yang diperoleh antara *software revit* dan volume BQ pada proyek Perbedaan terdapat pada volume kolom K1, K2, dan KP1, serta pekerjaan tulangan. Perbedaan volume tertinggi terdapat pada kolom KP1 yaitu selisih 12%. Perbedaan volume pada kolom K1, K2, dan KP1 dimungkinkan karena level kolom pada perhitungan BQ berbeda dengan pemodelan di *revit*, pada BQ level kolom lantai 1 adalah 1+4.20, namun 1+4.20 belum mencapai level fondasi sehingga kolom tidak menempel pada fondasi, sedangkan pada pemodelan *revit* level kolom lantai 1 adalah +4.20 ditambah dengan 0.85 untuk mencapai fondasi sehingga membuat perhitungan kolom di *revit* menjadi lebih besar karena ketinggian kolom level 1 menjadi lebih tinggi, bukan +4.20 melainkan +5.05. Untuk perhitungan tulangan berbeda 7% terjadi karena level kolom lebih tinggi, secara otomatis berat tulangan menjadi lebih besar. Perbedaan perhitungan volume kolom menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 2 Perbedaan Volume Kolom

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
C	PEKERJAAN KOLOM				
1	K1 Ukuran 600 mm x 600 mm	m ³	79.5	80.64	1%
2	K2 Ukuran 400 mm x 400 mm	m ³	26.5	25.3	2%
3	KP 1 Ukuran 150 mm x 150 mm	m ³	22.9	21.8	12%
4	Pek Tulangan	kg	21761	20394.85	7%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

3. Perhitungan Volume Balok.

Pada pemodelan balok terdapat perbedaan volume yang diperoleh antara *software revit* dan volume BQ pada proyek. Perbedaan terdapat pada volume BL3b, BL4, SF1, SF2, dan pekerjaan tulangan. Perbedaan volume tertinggi terdapat pada pekerjaan tulangan yaitu selisih 38%, perbedaan dimungkinkan dari ketidaksesuaian penulisan keterangan detail tulangan balok pada gambar. Pada gambar BQ, gambar tulangan untuk BL2a bagian tulangan lapangan atas seharusnya bukan 3D19 melainkan 2D19, gambar tulangan untuk BL2b bagian tulangan tumpuan bawah dan tulangan lapangan atas bawah seharusnya bukan 4D19 melainkan 2D19, begitu juga pada BL4 pada gambar tulangan bagian tumpuan dan lapangan tulangan atas bawah seharusnya bukan 3D16 melainkan 2D16 hal ini mengakibatkan berat tulangan pada BQ menjadi lebih besar. Pada BQ balok BL3b, BL4, dan SF2 perhitungan volume beton dilakukan dari as ke as, sehingga hasilnya akan lebih besar karena jaraknya lebih panjang, sedangkan pada *revit* perhitungan volume sesuai dengan panjang balok sehingga tidak ada *double* volume dengan kolom yang membuat hasil volumenya lebih kecil. Perbedaan perhitungan volume balok menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 3 Perbedaan volume Balok

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
B	PEKERJAAN SLOOF DAN BALOK				
1	BL1(a) 300 mm x 600 mm	m ³	48.3	48.82	0%
2	BL1(b) 300 mm x 600 mm	m ³	1.6	1.51	0%
3	BL2(a) 200 mm x 400 mm	m ³	8.6	8.06	0%
4	BL2(b) 200 mm x 400 mm	m ³	9.8	9.9	0%
5	BL2(c) 200 mm x 400 mm	m ³	7.7	7.59	0%
6	BL2(d) 200 mm x 400 mm	m ³	10.3	10.8	0%
7	BL2(e) 200 mm x 400 mm	m ³	3	1.12	0%
8	BL3(a) 250 mm x 500 mm	m ³	61.7	81.83	25%
9	BL3(b) 250 mm x 500 mm	m ³			
10	BL4 150 mm x 300 mm	m ³	16.7	18.49	10%
11	SF1 250 mm x 400 mm	m ³	39.7	50.19	21%
12	SF2 150 mm X 200 mm	m ³	5.6	6.05	7%
13	Pek Tulangan	kg	47985	77134.35	38%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

4. Perhitungan Volume Pelat Lantai.

Pada pemodelan pelat lantai perbedaan volume terjadi pada pekerjaan penulangan yaitu selisih 7%, hal ini karena pada lantai atap dimungkinkan perhitungan tulangnya terlewat, sehingga berat tulangan pada BQ menjadi lebih kecil. Perbedaan perhitungan volume pelat lantai menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 4 Perbedaan Volume Pelat Lantai

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
D	PEKERJAAN PELAT LANTAI				
1	Slab 120 mm	m ²	145	145.06	0%
2	Pek Tulangan	kg	42316	39659.12	7%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

5. Perhitungan Volume Atap.

Pada pemodelan atap terdapat perbedaan volume yang diperoleh antara *software revit* dan volume BQ pada proyek. Perbedaan terdapat pada volume genteng atap bitumen dan *lisplank*. Pada genteng dan rangka atap baja perbedaannya adalah 1% mendekati sama, sedangkan pada pekerjaan *lisplank* selisihnya adalah 17%, hal ini karena dimungkinkan pada BQ panjang *lisplank* dihitung dari tampak atas sehingga panjang yang memiliki kemiringan dianggap datar, sedangkan pada *revit* panjangnya dihitung sesuai dengan bentuk aslinya, sehingga bagian yang memiliki kemiringan dihitung sesuai dengan Panjang kemiringan tersebut. Perbedaaan volume atap menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 5 Perbedaan Volume AtapPerbedaan Volume Atap

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
L	PEKERJAAN ROOF				
1	Genteng atap bitumen	m ²	1450	1440.96	1%
2	Lisplank	m ¹	101.2	86.18	17%
3	Rangka atap baja ringan	m ²	1450	1440.96	1%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

6. Perhitungan Volume Dinding.

Perbedaan terdapat pada volume pasangan bata ringan yaitu 12% hal ini terjadi karena, pada BQ perhitungan volume lantai 1 ketinggiannya adalah mengikuti ketinggian lantai 1 yaitu 4.20m, sedangkan pada *revit* ketinggiannya adalah diatas level *sloof* yaitu 5.05m sehingga perhitungan pada *revit* lebih besar, hal ini juga berdampak pada pekerjaan pasangan plesteran dan pasangan acian beton. Pasangan partisi cubical toilet perbedaannya

1% dianggap sesuai. Pada pasangan dinding partisi *double gypsum* perbedaannya adalah 30% hal ini dimungkinkan karena pada BQ terdapat kesalahan hitung, karena saat dilakukan perhitungan manual oleh penulis hasilnya adalah 485m², hal ini lebih besar dari perhitungan revit, karena pada revit perhitungannya sudah dikurangi luas pintu dan balok. Hasil dari perhitungan volume dinding menggunakan *software revit* adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 6 Perbedaan Volume Dinding

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
G	PEKERJAAN DINDING				
1	Pas. Bata Ringan	m ²	3224	2,888.67	12%
2	Pas. Plesteran tebal 15 mm	m ²	6344	5777.3425	10%
3	Pas. Acian dinding Bata Ringan	m ²	6163	5385.57808	14%
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
4	Acian Waterproof	m ²	679	679	0%
5	Pas. Plesteran & Acian Beton	m ²	1165	1,284.48	9%
6	Pas. Partisi Cubical Toilet	m ²	15	14.85	1%
7	Pas. Dinding Partisi Double Gypsum	m ²	464	356.56	30%
8	Pas. Dinding Keramik toilet	m ²	627	627	0%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

7. Perhitungan Jumlah Pintu.

Pada pemodelan pintu terdapat perbedaan volume yang diperoleh antara *software revit* dan BQ, perbedaan terdapat pada volume pintu P1, dan P9. Pada BQ tidak terdapat pintu P9, dan pada revit terdapat pintu P9 yang jumlahnya 4 buah pintu, sehingga selisihnya adalah 100%, Pada revit jumlah P1 hanya terdapat 4 buah pintu, namun di BQ terdapat 5 pintu, hal ini terjadi karena pada BQ terdapat kelebihan hitung pintu yang seharusnya 4 buah dihitung 5 buah, sehingga selisihnya adalah 20%. Perbedaan perhitungan volume pintu menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 7 Perbedaan Volume Pintu

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
H	PEKERJAAN PINTU				
1	P1	bh	4	5	20%
2	P2	bh	6	6	0%
3	P3	bh	3	3	0%
4	P4	bh	2	2	0%
5	P5	bh	10	10	0%
6	P6	bh	19	19	0%
7	P7	bh	5	5	0%
8	P8	bh	11	11	0%
9	P9	bh	4	0	100%
10	PD1	bh	6	6	0%
11	PD2	bh	3	3	0%
12	PS1	bh	7	7	0%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

8. Perhitungan Volume Jendela.

Pada pemodelan jendela tidak terdapat perbedaan volume yang diperoleh antara *software revit* dan volume BQ. Perhitungan volume pintu menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 8 Perhitungan volume jendela

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
I	PEKERJAAN JENDELA				
1	BV1	bh	16	16	0%
2	J1	bh	9	9	0%
3	J2	bh	2	2	0%
4	J3	bh	1	1	0%
5	J4	bh	18	18	0%
6	J5	bh	6	6	0%
7	L1	bh	1	1	0%
8	PJ1	bh	1	1	0%
9	PJ2	bh	1	1	0%
10	PJ3	bh	1	1	0%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

9. Perhitungan Volume Ceiling.

Pada pemodelan *ceiling* perbedaan volume terjadi pada pekerjaan KS1, GB2, GB1, dan BC1. Pada KSI perbedaan 3% dianggap sesuai. Pada GB1, dan BC1 perbedaannya yaitu 24%, dan GB2 perbedaannya 16%, hal ini terjadi karena perhitungan pada revit setelah dikurangi dengan kolom dan dinding, sedangkan pada BQ tidak, sehingga volume pada BQ lebih besar. Perbedaan perhitungan volume *ceiling* menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 9 Perhitungan volume *ceiling*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
K	PEKERJAAN CEILING				
1	KS1	m ²	101.5	104.63	3%
2	GB2	m ²	325.3	386.00	16%
3	GB1	m ²	1104.4	1448.71	24%
4	BC1	m ²	243.4	319.19	24%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

10. Perhitungan Volume Lantai.

Pada pemodelan lantai perbedaan volume terjadi pada pekerjaan HT1, HT2, HT3, K1 dan K2, hal ini terjadi karena perhitungan pada revit setelah dikurangi dengan kolom dan dinding, sedangkan pada BQ tidak, sehingga volume pada BQ lebih besar. Perbedaan perhitungan volume lantai menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel berikut:

Tabel 4. 10 Perbedaan volume lantai

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
J	PEKERJAAN POLA LANTAI				
1	HT1 Polished 60x60cm	m ²	966.8	1151.161	16%
2	HT2 Unpolished 60x60cm	m ²	365.2	317.71	15%
3	HT3 Polished Cutting 12x60cm	m ²	4.3	3.072	40%
4	K1 - Keramik Lantai polished 30x 30 cm	m ²	259	213.97	21%
5	K2 - Keramik Lantai Unpolished 30x 30 cm	m ²	65.52	68.71	5%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

11. Perhitungan Volume *Railing*.

Pada pemodelan *railing* perbedaan volume terjadi pada pekerjaan *handrail*, *railing 2*, dan *railing 3*, hal ini karena dimungkinkan pada BQ panjang *handrail*, *railing 2*, dan *railing 3* dihitung dari tampak atas sehingga panjang yang memiliki kemiringan dianggap datar, sedangkan pada revit panjangnya dihitung sesuai dengan bentuk aslinya, sehingga bagian yang memiliki kemiringan dihitung sesuai dengan Panjang kemiringan tersebut.. Perbedaan perhitungan volume *railing* menggunakan *software revit* dan BQ adalah sesuai tabel 4.17 berikut:

Tabel 4. 11 Perbedaan pekerjaan *railing*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	REVIT VOLUME	VOLUME BQ	SELISIH (%)
F	Pekerjaan Railing				
1	Hand Rail	m	14.3	10.55	36%
2	Railing 2	m	10.3	10.55	2%
3	Railing 3	m	2.7	2.95	8%

Sumber : Penelitian penulis, 2022

12. Kesesuaian Pekerjaan Antara BQ dan Revit

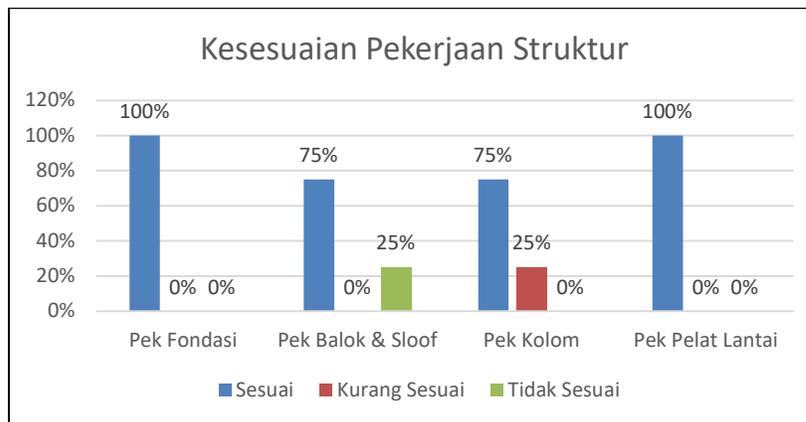
Seluruh hasil perhitungan perbedaan volume yang telah dibuat presentase (%) sebelumnya diklasifikasikan menjadi “Sesuai”, “Kurang sesuai”, dan “Tidak sesuai” sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 4. 12 Klasifikasi kesesuaian

Presentase (%)	Klasifikasi
$0 \leq x \leq 10$	Sesuai
$11 \leq x \leq 20$	Kurang sesuai
> 20	Tidak Sesuai

Sumber : Penelitian penulis, 2022

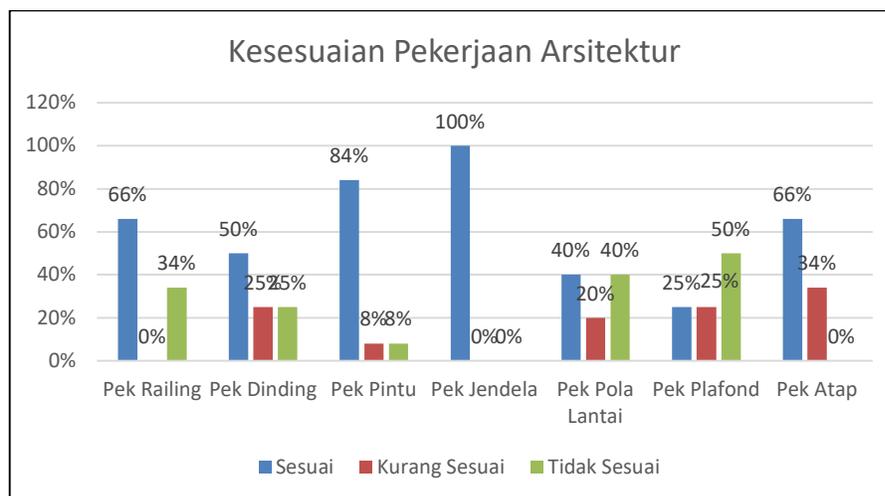
Seluruh pekerjaan dihitung dan disesuaikan klasifikasinya dan dibuat menjadi grafik. Grafik kesesuaian pekerjaan struktur adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Kesesuaian pekerjaan struktur

Sumber : Penelitian penulis, 2022

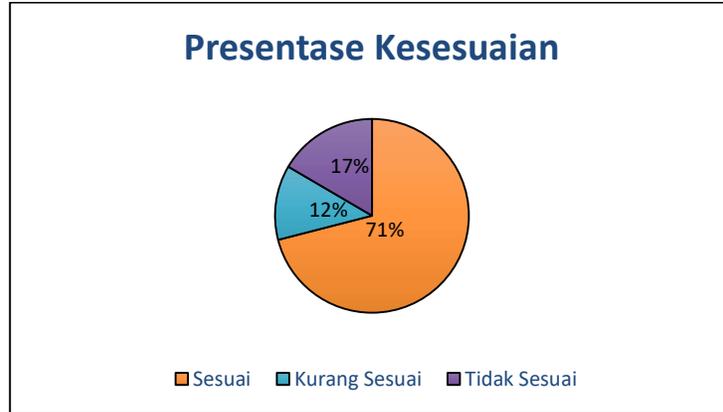
Grafik kesesuaian pekerjaan arsitektur adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Grafik kesesuaian pekerjaan arsitektur

Sumber : Penelitian penulis, 2022

Dari seluruh pekerjaan yang telah dimodelkan terdapat 71% pekerjaan sesuai dengan volume BQ, 12% kurang sesuai, dan 17% tidak sesuai. Diagram kesesuaian seluruh pekerjaan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Diagram kesesuaian seluruh pekerjaan

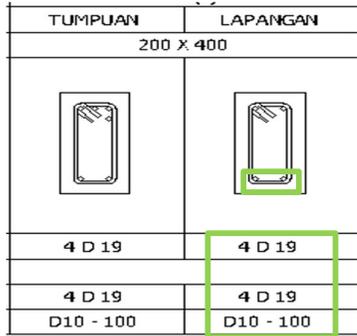
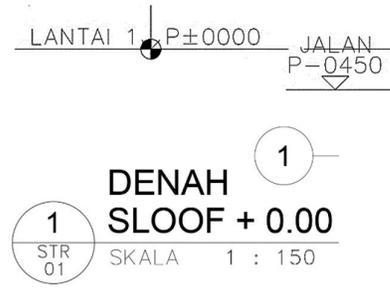
Sumber : Penelitian penulis, 2022

4.3 Hasil Kolaborasi

Setelah gambar 2D dimodelkan Kembali menjadi 3D pada *software* revit, terdapat beberapa bentrokan dan perbedaan yang terjadi pada:

Tabel 4. 13 Hasil kolaborasi

No	Gambar	Keterangan
1		Pada lantai 2 terdapat balok yang saling bersinggungan dengan <i>shaft</i> , dimana <i>shaft</i> ini seharusnya kosong.

2		<p>Pada detail tulangan, tulangan atas dan bawah dianggap sama yaitu 4D19, namun pada gambar tulangan hanya ada 2 tulangan bukan 4 tulangan. Hal ini sering terjadi karena pada gambar 2D cad tidak ada <i>warning</i> apabila terdapat ketidaksesuaian, namun pada revit setiap terdapat ketidaksesuaian langsung muncul <i>warning error</i> sehingga kesalahan dapat diketahui.</p>
3		<p>Pada gambar arsitek denah lantai 1 berada pada level +000, dan jalan/muka tanah berada pada level -450, namun pada denah sloof level sloof adalah +000, artinya sloof selevel dengan lantai, seharusnya sloof selevel dengan pondasi.</p>

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari seluruh pekerjaan yang dihitung terdapat 71% pekerjaan sesuai BQ, 12% kurang sesuai, dan 17% pekerjaan tidak sesuai.
2. Rata-rata perbedaan pada pekerjaan arsitektural adalah 6%.
3. Rata-rata perbedaan pada pekerjaan struktur adalah 0%.
4. Rata-rata perbedaan pada pekerjaan fondasi adalah 2%, pekerjaan *sloof* dan balok 0%, pekerjaan kolom 1%, pekerjaan pelat lantai 3%, pekerjaan *railing* 15%, pekerjaan dinding 7%, pekerjaan pintu 7%, pekerjaan jendela 0%, pekerjaan pola lantai 5%, pekerjaan plafond 17%, dan pekerjaan atap 6%.
5. *Software* revit mampu meminimalisir kesalahan perhitungan volume pekerjaan seperti item pekerjaan yang dapat terhitung dua kali.
6. Kolaborasi antara bagian arsitektur dan struktur pada RS Berau menggunakan *software* revit mampu meminimalisir terjadinya *clash* seperti *sloof* yang selevel dengan lantai.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan saran sebagai berikut:

1. Pemodelan yang dilakukan harus benar dan sesuai agar volume material yang diperoleh akurat.
2. *Software Autodesk Revit 2023* yang digunakan saat ini masih berat untuk penulangan dimungkinkan masih dalam tahap pengembangan, sehingga untuk penelitian lanjutan mungkin dapat menggunakan *software* lain selain Revit yang berbasis *open BIM*
3. Saat melakukan perhitungan volume harus teliti dalam penggunaan satuan, karena saat satuan berbeda volume dapat berbeda.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, R. (2021). Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural. [Tugas Akhir].Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Ditjen Cipta Karya. (2019, Agustus 31). Implementasi BIM di Indonesia untuk Proyek Bangunan Gedung. pp. 1-2. Retrieve September 18, 2022, from <http://bim.pu.go.id/berita/baca/42/implementasi-bim-di-indonesia-untuk-proyek-bangunan-gedung.html>
- Fikri, A. (2022). Efektivitas Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur Dengan Menggunakan Bantuan Building Information Modeling(BIM). [Skripsi].Malang: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Malang.
- Hardi, M Danajaya. (2020). Aplikasi Building Information Modeling (Bim) Pada Gedung Asrama Universitas Islam Indonesia Internasional (UIII),[Tugas Akhir].Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina
- Hatmoko, J. U. D., Wibowo, M. A., Kristiani, F., Khasani, R. R., Hermawan, F., Fatmawati, R., & Sihaloho, G. D. (2020). Edukasi Building Information Modeling (Bim) Pada Kontraktor Kecil. 2(3), 5.
- Konstruksi, P. S. D. (n.d.). Modul 6 Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D Dan 7D Serta Simulasinya Dan Level Of Development (LOD). 125.
- 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(4), 241. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6305>
- Nugraha, A. K. (2020). Implementasi Konsep Building Information Modelling (Bim) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Plumbing [Tugas Akhir].Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

- Rudy, Ferial., Hidayat, Benny. (2021). Quantity Take Off Berbasis Building Information Modelling (BIM) Studi Kasus Gedung Bapeda Padang, Vol. 17 No.3 , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil , Universitas Andalas, 228-238.
- Sangadji, S., Kristiawan, S. A., & Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. *Matriks Teknik Sipil*, 7(4). <https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i4.38475>
- Wibowo, Ary. (2021). Evaluasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia. [Tesis]. Semarang: Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung.