

# ANALISA VOLUME MATERIAL DAN ESTIMASI BIAYA BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN BIM 5D

\*Amrillah<sup>1</sup>, Hariyadi<sup>2</sup>, Nurul Hidayati<sup>3</sup>, Erni Yustissiani<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, amrillah@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, hariyadi@ts.funram.ac.id

<sup>3</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, nurul.hidayati@ummat.ac.id

<sup>4</sup>Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram,  
erniyustissiani@ummat.ac.id

Diterima: 01-08-2024 | Disetujui: 29-08-24

## ABSTRAK

Material merupakan salah satu sumber daya yang penting pada proyek konstruksi dan salah satu komponen yang menentukan besarnya biaya suatu proyek. Kerugian akibat adanya sisa material selama konstruksi bangunan gedung cukup besar. Dibutuhkan suatu sistem yang mampu memperhitungkan volume material dengan akurat. Salah satunya menggunakan teknologi *Building Information Modelling* (BIM). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi dari penggunaan BIM 5D pada volume material, biaya dan waktu. Tahapan proses analisis perbandingan menggunakan Software Cubicost TAS dan TRB. Hasil pemodelan tersebut akan dibandingkan dengan perhitungan metode konvensional dengan mengumpulkan data *Detail Engineering Design* dan Rencana Anggaran Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Tipe D Suela. Hasil penelitian perbandingan selisih volume dan biaya material yang didapatkan cukup tinggi yaitu 0-17%. Pemodelan BIM 5D menggunakan Cubicost dapat memberikan efisiensi waktu pengerjaan pada proses estimasi biaya. Cubicost dapat mempersingkat tahapan pengerjaan dari 13 menjadi 10 tahapan pada proses estimasi sehingga perhitungan dapat dilakukan dengan lebih cepat.

Kata kunci: volume material, estimasi biaya, Building Information Modelling, Cubicost.

## 1. PENDAHULUAN

Infrastruktur yang kian meningkat membuat kebutuhan manajemen dalam dunia konstruksi juga meningkat. Terdapat lima alat manajemen dalam proyek, yaitu money, man, material, market, dan method. Alat manajemen tersebut harus terpenuhi untuk kelancaran dalam suatu proyek. Salah satu alat yang penting dalam dunia konstruksi adalah material, dimana material ini menyangkut volume dan harga yang cukup berperan dalam perencanaan suatu proyek. Material merupakan faktor krusial pada tataran melakukan penentuan biaya sebuah proyek serta memberikan peranannya dengan besaran 40-60% terhadap biaya dari proyek, dengan demikian dalam konteks tidak langsung berperan krusial pada tataran mendukung kesuksesan dari proyek (Perdana, dkk., 2017). Ketelitian yang kurang dalam pembelian maupun ketika pengimplementasian menjadi satu diantara berbagai penyebab munculnya pemborosan material pada sebuah proyek, termasuk dalam pekerjaan struktur. Tampilan dokumen gambar pada saat perencanaan yang hanya disediakan dalam dua dimensi membuat kemungkinan dalam estimasi volume pekerjaan masih kurang akurat. Kerugian yang diakibatkan sisa dari material ketika dalam masa konstruksi bangunan berada pada kisaran antara 3-13,5% (Devia dkk., 2010). Permasalahan secara umum dari keterlambatan informasi muncul karena proses penyampaian informasi yang mengedepankan komunikasi serta dokumen berbasis kertas. Implikasi langsung pada konstruksi adalah memperlambat waktu penyelesaian konstruksi dan meningkatkan biaya pengimplementasian proyek. Kebanyakan dari perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi di Indonesia masih memakai aplikasi contohnya AutoCAD 2D bagi perancangan bangunan, SAP (Structural Analysis Program) dipakai untuk kalkulasi struktur, Microsoft Project guna membuat jadwal, serta Microsoft Excel guna kalkulasi volume serta biaya, dan hal ini dilakukan secara terpisah (Kamil, 2019).

Kebutuhan akan teknologi dalam dunia konstruksi sangatlah penting untuk mencapai hasil yang efisien serta efektif. Satu diantaranya yakni memakai teknologi Building Information Modelling (BIM). BIM merupakan sistem atau metode kerja berbasis Kumpulan informasi dari keseluruhan aspek proyek serta dikelola dalam

bentuk tiga dimensi. Sistem ini dapat dilibatkan pada setiap tahap proyek mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan bangunan yang informasi tersebut dapat terintegrasi antar unsur pelaksana proyek. BIM memberikan bantuan dalam mendapatkan model 7D, 6D, 5D, 4D serta 3D. 3D adalah representasi tiga dimensi bangunan, 4D adalah urutan perencanaan jadwal seperti material, pekerja, waktu, luas serta lain-lain, 5D adalah pekerjaan seperti estimasi ataupun prakiraan biaya. 6D adalah pertimbangan implikasi lingkungan, deteksi konflik, analisis energi, dan 7D adalah data terkait pengoperasian dan pemeliharaan gedung (Huzaini, 2021).

Aplikasi yang digunakan dalam studi efisiensi ini adalah aplikasi Cubicost TAS dan TRB. Pada Cubicost TAS, data input dapat berupa Detailed Engineering Design (DED). Pada software TAS mendukung tiga pemodelan cepat yaitu pemodelan batch dengan mengidentifikasi gambar Autocad (DWG) atau PDF. Take Off for Rebar (TRB) merupakan produk Cubicost yang memiliki kemampuan untuk menghitung jumlah besi dalam suatu bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau efisiensi penggunaan BIM 5D dari aspek perhitungan volume dan biaya material.

## 2. LANDASAN TEORI

### Material Konstruksi

Material ialah faktor krusial pada tataran melakukan penentuan biaya sebuah proyek. Karena kurangnya perencanaan dan pengelolaan yang baik pada saat penggunaan material di lokasi seringkali terdapat kelebihan material dalam jumlah besar, sehingga harus dilakukan upaya untuk meminimalkan material dan menghindari pemborosan. Material yang dipakai pada konstruksi bisa diklasifikasikan ke dua bagian yang besar. Menurut Baskoro et al., (2016) material dari konstruksi pada suatu proyek diklasifikasikan ke dalam dua bagian dasar, yakni:

1. *Consumable* Material, ialah bahan yang di akhirnya menjadi integral dari struktur fisik sebuah bangunan, seperti pasir, semen, batu bata, kerikil, baja serta tulangan.
2. *Non-Consumable* Material, ialah bahan pendukung selama proses dari konstruksi serta bukan integral dari fisik bangunan pasca selesai. Contoh: dinding penahan sementara, bekisting, perancah.

Dalam melaksanakan proyek konstruksi, pemakaian material amat krusial untuk mendukung kesuksesan dari proyek konstruksi. Akan tetapi dalam realitanya, pengalokasian material tidak efisien serta optimal. Hal ini menyebabkan pemborosan material yang tidak perlu. Ini berdampak terhadap anggaran dari material terdapat ketidaksesuaian antara kondisi realitasnya serta rancangannya. Kondisi yang ada bisa dikenal dengan sebutan *waste material* (Thoengsal, 2014).

### Estimasi Biaya

Eman dkk, (2018) menyebutkan terdapat beberapa cara dari estimasi biaya pada proyek ialah diantaranya yakni:

1. Metode Parameter  
Metode ini merupakan cara yang menghubungkan karakteristik fisik spesifik serta biaya suatu benda. Contohnya: panjang, luas, volume, berat dan lain-lain.
2. Metode Perbandingan Harga  
Metode ini mempunyai caranya yakni melalui melakukan pencarian angka komparasi antara harga di sebuah waktu dalam tahun sebagai dasarnya dan juga harga di waktu ataupun tahun tertentu. Penggunaan data dari katalog, buku teks serta terbitan berkala pada dalam pendekatan ini.
3. Metode *Elemental Cost Analysis*  
Metode analisis unsur melibatkan pembagian ruang lingkup proyek menjadi elemen-elemen berdasarkan perannya.
4. Metode Faktor  
Metode faktor merupakan cara yang menggunakan anggapan adanya keterkaitan antara harga komponen-komponen yang disertakannya dan juga perangkat utamanya.
5. *Quantity Take-off*  
Metode ini memperkirakan biaya melalui melakukan pengukuran kuantitas dari komponen proyek mulai dari rencana, spesifikasi serta gambar.
6. Metode Harga Satuan  
Metode harga satuan yakni memprediksi biaya berpedoman pada harga satuannya, digunakan apabila angka yang memperlihatkan jumlah volume pekerjaan tidak bisa dilakukan penentuannya secara pasti tapi harga satuannya (per meter persegi atau per meter kubik) bisa dikalkulasikan.
7. Metode Informasi bersangkutan

Metode ini menggunakan informasi serta data dari proyek yang terkait, termasuk penggunaan saran dari proyek yang tengah berlangsung. Dengan demikian angka yang didapatkan merefleksikan kondisi sebenarnya secara akurat.

### **Dampak Sistem Estimasi Biaya yang Buruk Pada Suatu Proyek**

Kualitas perkiraan memiliki korelasi yang kuat terhadap keakuratannya. Kualitas estimasi bisa dipahami lewat kelengkapan informasi, metode estimasi, teknik serta data yang dipakai, keterampilan dan penguasaan estimator, dan juga tujuannya. Langkah pertama pada proses estimasi ialah memiliki informasi persyaratan dari kualitas yang diperlukan. Atas dasar hal tersebut, gambar dari proyek serta data terkait lainnya perlu dikaji lebih mendalam. Berbagai faktor tersebut di atas bisa memudahkan proses estimasi biaya dengan tingkat kepastian yang tinggi. Menurut Salim, (2018) beberapa dampak buruk pada estimasi biaya proyek yaitu:

1. Terjadi Pembengkakan di sisi biaya atas nilai dari estimasi awalnya
2. Terdapat inkonsistensi pada hasilnya
3. Estimasi dari biaya yang dihasilkan tidak begitu rinci
4. Buruknya dokumentasi
5. Tidak bisa diandalkan dalam pengalokasian dana
6. Tidak bisa diandalkan dalam pengendalian biaya selama pengerjaan proyek.

### **Tahapan Pelaksanaan *Building Information Modeling***

Berikut disajikan panduan mengenai apa saja *deliverable* yang harus dikeluarkan dalam setiap tahapan pelaksanaan BIM pada setiap proyek. Contohnya dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Tahapan dan Keluaran/*Output* BIM

<b>Tahapan</b>	<b>Keluaran/<i>Output</i> (Hanya MEP)</b>
1. Persiapan dan Konsep Desain	a. Memahami kebutuhan klien dari informasi proyek. b. Merumuskan dan mendefinisikan BIM <i>Execution Plan</i> . c. Konfigurasi model proyek BIM, sistem koordinat, grid, ketinggian level dan lainnya.
2. Desain Skematik (Prarancangan)	a. Model pra-desain MEP didasarkan pada prinsip arsitektur dan struktural, serta model lokasi (menentukan ketinggian langit-langit, bukaan, struktur primer dan sekunder, sambungan MEP di lokasi). b. Menentukan kriteria desain ( <i>design criteria</i> ), <i>Key Service Connection</i> , <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i> . c. Model Tata Letak ( <i>Layout</i> ) MEP secara Prarancangan/ skematik. d. Gambar-gambar Skematik. e. Alternatif Desain
3. <i>Detailed Engineering Design</i>	a. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. b. Menentukan zona ( <i>Zones</i> ), <i>Spaces</i> , <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i> c. Kalkulasi Layanan MEP ( <i>Load and Sizing</i> ). d. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model. e. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. f. Memahami dan memvalidasi model arsitektur dan model struktur. Menentukan zona ( <i>Zones</i> ), <i>Spaces</i> , <i>Service Routes</i> dan <i>Plant Room</i> . g. Kalkulasi Layanan MEP ( <i>Load and Sizing</i> ). h. Tata letak Model MEP dan Detail BoQ. i. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara Disiplin MEP: <i>Plumbing</i> , <i>Fire Protection</i> , HVAC, Elektrikal. j. Laporan <i>Clash Detection</i> dan Resolusinya diantara MEP dan Arsitektur, Struktur.
4. Konstruksi	a. Laporan Validasi Desain. b. <i>Shop Drawing</i> . c. <i>Detailed Schedule</i>
5. <i>As Built</i>	a. Model dan Gambar <i>as Constructed</i> . b. <i>Manual Operational and Maintenance</i> c. Laporan Desain dan Konstruksi
6. Manajemen Fasilitas	a. Model <i>as Built</i>

(Sumber: BIM PUPR, Institut BIM Indonesia, 2019)

## **BIM 5D**

BIM lebih dari sekedar program CAD 2D dan merupakan proses multidimensi. Berdasarkan proses implementasi, berbagai aspek penggunaan BIM dikategorikan menjadi beberapa dimensi yaitu 3D adalah ruang, 4D adalah waktu atau perencanaan dan pemesanan, 5D adalah estimasi biaya, 6D adalah kinerja energi bangunan, dan 7D adalah pemeliharaan sistem bangunan.

Menurut Jiang (2016), dengan serangkaian integrasi dengan berbagai perangkat lunak seperti *Revit*, *Tekla*, *MagiCAD*, dan *Cubicost* untuk pemodelan, model BIM 5D dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam perangkat lunak perkantoran *Microsoft Project*, *Excel*, dan *Word* yang biasanya memasukkan perencanaan data akan diintegrasikan. Setelah model BIM 5D mengintegrasikan model proyek dan informasi atribut terkait, BIM 5D dapat menampilkan kemajuan konstruksi proyek, gambar konstruksi, daftar harga, persyaratan kontrak, dan informasi konstruksi lainnya melalui model tersebut. BIM 5D didasarkan pada *platform* integrasi data berbasis informasi berdasarkan teknologi BIM, yang memungkinkan transmisi informasi seluruh proyek konstruksi secara tepat waktu sehingga meningkatkan akurasi manajemen pada tahap konstruksi.

BIM 5D mempunyai tugas untuk memperkirakan aliran keuangan suatu proyek, yang divisualisasikan dalam model 3D. Visualisasi memastikan kelayakan dan keakuratan pada proyek yang dikerjakan. Perbedaan utama dari pemodelan manual adalah tingkat di mana BIM 5D memungkinkan pihak proyek memperbarui dan mengubah biaya proyek, dan jika terjadi keadaan yang tidak terduga seperti perubahan desain atau modifikasi lainnya, laporan biaya juga dapat dibuat pada titik tertentu. Tingkatkan kolaborasi antar peserta proyek dengan berbagi informasi yang dibutuhkan secara cepat melalui 5D BIM. Misalnya, informasi yang dibutuhkan *surveyor* kuantitas dari suatu model sangat bervariasi antara tahap desain konseptual, tahap perencanaan biaya, tahap daftar kuantitas, tahap konstruksi, dan tahap manajemen aset proyek (Smith dan Peter., 2016).

### ***Cubicost Take of Architecture and Structure (TAS)***

Tahap pengolahan data *Cubicost* TAS terdiri dari tiga tahap yaitu input gambar, identifikasi/pelatihan, dan perhitungan. Pada *Cubicost* TAS, gambar masukannya berupa DED pada denah dan dimensi. Pada *software* TAS mendukung tiga pemodelan cepat yaitu Pemodelan *batch* dengan mengidentifikasi gambar *Autocad* (DWG) atau PDF, Pemodelan sekali klik dengan mengimpor model dari *Industry Foundation Classes* (IFC) atau dari *Autodesk Revit* (RVT), dan mode manual dengan menggunakan berbagai mode gambar. Penelitian ini menggunakan gambar *AutoCad* sebagai acuan pemodelan. Identifikasi/pelatihan dilakukan untuk mengenali ukuran dan letak komponen. Pada tahap akhir perhitungan menangani perhitungan kebutuhan volume beton berdasarkan model masing-masing elemen.

### ***Cubicost Take of Rebar (TRB)***

Pada *Cubicost* TRB, input gambar diperoleh dari pemodelan 3D dari *Cubicost* TAS. Identifikasi/pelatihan dilakukan melalui pengenalan data dan deteksi detail penulangan. Perhitungan TRB *Cubicost* memperhitungkan detail tulangan standar seperti kait standar, diameter tekukan, penempatan tulangan, dan beton decking untuk menghasilkan keluaran yang dibutuhkan untuk berat tulangan. Menggunakan *cubicost* (TRB) pada pekerjaan *take of* besi membantu mengurangi waktu kerja. Hambatan dalam penggunaan masih ada, sehingga diperlukan penelitian mengenai manfaat dan hambatan yang dirasakan pengguna untuk menghindari kesalahan berulang.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Obyek Penelitian**

Penelitian ini mengambil studi kasus pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Tipe D yang terletak di Kebun Raya Lemor, Desa Suela, Kecamatan Suela, Kabupaten Lombok Timur.

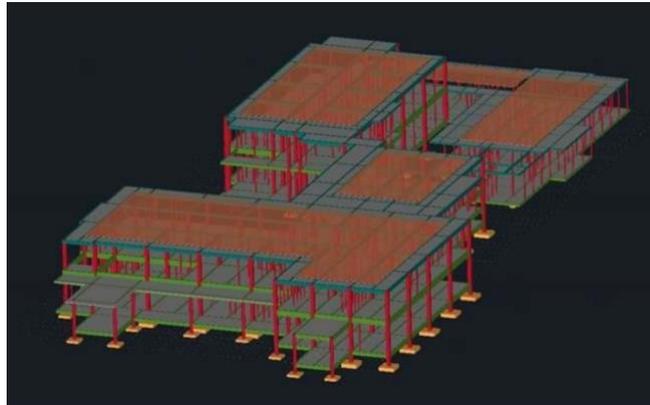
### **Pengumpulan Data**

Data proyek pembangunan Rumah Sakit Suela yang menjadi obyek penelitian ini adalah:

1. Luas Lahan : 2,3 Ha
2. Luas Total Bangunan : 5.512m<sup>2</sup>
3. Jumlah Lantai : 2 Lantai
4. Struktur Utama : Beton Bertulang
5. Mutu Beton ( $f'_c$ ) : 25 MPa
6. Mutu Baja ( $f_y$ ): BJT D 40 dan BJT P 25

### **Pemodelan Cubicost TAS C-V**

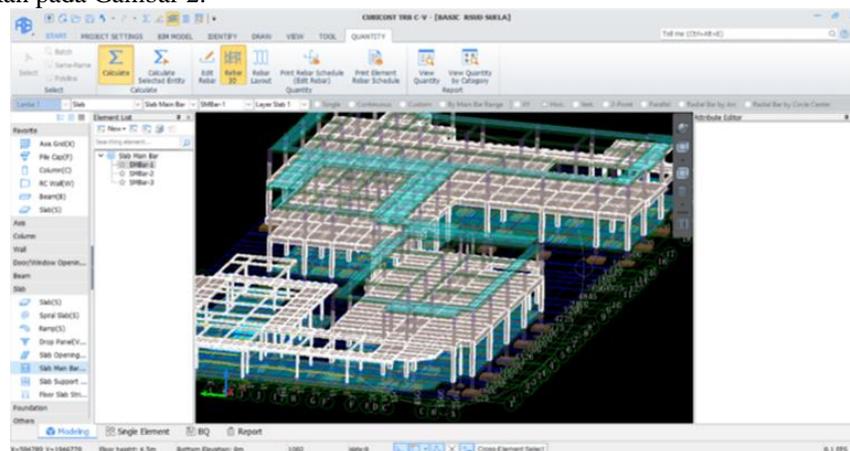
Cubicost TAS C-V adalah perangkat lunak yang digunakan khusus untuk perhitungan volume komponen arsitektur dan structural. Pemodelan bangunan Gedung rumah sakit tipe D Suela di Cubicost TAS C-V ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan bangunan rumah sakit tipe D Suela di Cubicost TAS C-V

### Pemodelan Cubicost TRB C-V

Aplikasi yang dibuat oleh Glodon ini memiliki sistem transfer data yang memungkinkan penggunaanya dengan mudah mengintegrasikan pekerjaannya. Dalam penelitian ini, pemodelan yang dilakukan di Cubicost TAS C-V berfungsi penghitungan volume. Pada aplikasi Cubicost TRB C-V memiliki beberapa pilihan Calculation Rule diantaranya Indonesia, Brithis Standard, dan Singapore-Eurocode, yang dapat memudahkan pemakaian standar sesuai yang ingin digunakan. Pemodelan bangunan Gedung rumah sakit tipe D Suela di Cubicost TRB C-V ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan bangunan rumah sakit tipe D Suela di Cubicost TRB C-V

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Pembangunan Rumah Sakit Tipe D Suela memiliki luas total bangunan  $5.512 \text{ m}^2$  dengan luas lahan 2,3 Hektare. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini meliputi gambar Detail Engineering Design (DED) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB), gambar kerja yang didapatkan digunakan sebagai data pemodelan sedangkan untuk RAB digunakan sebagai perbandingan estimasi biaya yang dilakukan menggunakan software BIM. Aplikasi Cubicost yang digunakan terdiri dari 2 aplikasi yaitu Cubicost TAS C-V dan Cubicost TRB C-V.

### Rekapitulasi Volume Beton dan Bekisting Hasil Analisis Numeris

Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan menggunakan Cubicost TAS C-V pada elemen foot plat menghasilkan total volume beton sebesar  $159,252 \text{ m}^3$  dan total volume bekisting sebesar  $351,120 \text{ m}^2$  dengan jumlah total 134 buah *foot plat* yang dimodelkan.

Pada elemen balok diperoleh total volume beton sebesar  $434,866 \text{ m}^3$  dan total volume bekisting sebesar  $4.467,064 \text{ m}^2$  dengan jumlah total 483 buah balok yang dimodelkan. Sedangkan pada elemen kolom, diperoleh total volume beton sebesar  $175,629 \text{ m}^3$  dan total volume bekisting sebesar  $1.731,222 \text{ m}^2$  dengan jumlah total 134 buah kolom yang dimodelkan. Pada elemen pelat, total volume beton sebesar  $754,137 \text{ m}^3$  dan total volume

bekisting sebesar 6.441,775 m<sup>2</sup>. Hasil rekapitulasi volume beton dan bekisting *foot plat*, balok dan kolom diperlihatkan pada Tabel 2 sampai Tabel 5.

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Beton dan Bekisting Pada *Foot Plat*

Nama Elemen	Volume (m <sup>3</sup> )	Luas bekisting (m <sup>2</sup> )	Luas soffit (m <sup>2</sup> )	Luas samping (m <sup>2</sup> )	Luas atas (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Berat tulangan (kg)
FP-01	60,00	120,00	120,00	120,00	114,01	30	3.000,00
FP-02	68,40	136,80	152,00	136,80	144,68	38	3.420,00
FP-03	18,43	46,08	61,44	46,08	59,33	24	921,60
FP-04	6,47	18,48	21,56	18,48	20,12	11	323,40
FP-05	5,95	29,76	19,84	29,76	18,46	31	297,60
Subtotal	1.159,25	351,12	374,84	351,12	356,88	134	7.962,60

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Beton dan Bekisting Pada Balok

Lantai	Volume (m <sup>3</sup> )	Luas bekisting (m <sup>2</sup> )	Keliling penampang (m)	Panjang netto (m)	Berat tulangan (kg)	Jumlah	Panjang sumbu (m)
Base	140,44	1.534,04	14,90	1.746,86	21.066,01	197	1.855,72
1	184,49	1.795,36	16,80	1.728,23	27.673,74	177	1.833,27
2	109,93	1.137,66	6,40	1.104,68	16.490,11	109	1.180,10
Subtotal	434,87	4.467,06	38,10	4.579,76	65.229,86	483	4.869,09

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Beton dan Bekisting Pada Kolom

Lantai	Volume (m <sup>3</sup> )	Luas bekisting (m <sup>2</sup> )	Jumlah
Base	28,63	281,77	134
1	84,11	841,36	134
2	62,88	608,08	94
Total	175,63	1.731,22	362

Tabel 5. Rekapitulasi Volume Beton dan Bekisting Pada Pelat

Lantai	Volume (m <sup>3</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas bekisting (m <sup>2</sup> )	Berat tulangan (kg)	Jumlah
Base	354,44	3.075,07	2.696,98	17.722,05	194
1	324,58	2.615,49	2.275,22	16.228,77	160
2	75,12	751,21	619,36	751,21	72
Total	745,14	6.441,77	5.591,57	6.441,77	426

#### Rekapitulasi Berat Baja Tulangan Hasil Analisis Numeris

Berdasarkan pemodelan yang sudah dilakukan pada semua elemen struktur *foot plat*, kolom, balok dan pelat dengan menggunakan aplikasi Cubicost TRB C-V diperoleh *output* berupa data berat material baja tulangan yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data berat baja tulangan

Elemen struktur	Berat tulangan (Ton)	Jumlah
<i>Foot plat</i>	13,32	134
Kolom	36,88	134
Balok	109,46	483
Pelat	109,61	

#### Perhitungan Volume Elemen Struktur

Metode penghitungan volume material metode konvensional ditentukan dengan perhitungan manual menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Perhitungan dilakukan berdasarkan gambar pelaksanaan yang dibuat. Volume material yang dihitung terdiri dari elemen struktur *foot plat*, kolom, balok, pelat lantai. Berdasarkan data dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek Pembangunan Rumah Sakit Tipe D Suela diperoleh rekapitulasi volume yang ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data volume beton dan berat baja tulangan

Elemen struktur	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Berat Tulangan (m <sup>2</sup> )
Foot plat	159,25	14.304,27
Kolom	184,88	43.370,38
Balok	500,85	113.607,37
Pelat	662,06	85.549,62

### Perhitungan Volume dan Biaya

Berdasarkan pemodelan BIM 5D dengan *Cubicost* TAS C-V dan *Cubicost* TRB C-V serta perhitungan konvensional menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*, maka ditentukan hasilnya berupa total jumlah material dan total biaya. Hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TAS didapatkan selisih volume pada elemen foot plat sebesar 0,00%, kolom sebesar 5,004%, balok sebesar 13,716%, dan pelat sebesar -13,908%. Hasil rekapitulasi dan selisih volume beton dari kedua metode tersebut diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi dan Selisih Volume Beton

Elemen	BIM (m <sup>3</sup> )	Konvensional (m <sup>3</sup> )	Selisih (%)
Foot plat	159,25	159,25	0,00
Kolom	175,63	184,88	5,00
Balok	432,15	500,85	13,72
Pelat	754,14	662,06	-13,91

Berdasarkan hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TAS didapatkan selisih volume pada elemen foot plat sebesar -2,907%, kolom sebesar 3,238%, balok sebesar 0,549%, dan pelat sebesar -17,899%. Hasil rekapitulasi dan selisih volume bekisting dari kedua metode tersebut diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi dan Selisih Volume Bekisting

Elemen struktur	BIM (m <sup>2</sup> )	Konvensional (m <sup>2</sup> )	Selisih (%)
Foot plat	351,12	341,20	-2,91
Kolom	1.731,22	1.742,27	3,24
Balok	4.467,06	4.491,73	0,55
Pelat	3.366,70	2.855,57	-17,89

Berdasarkan hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TRB didapatkan selisih volume pada elemen foot plat sebesar -7,405%, kolom sebesar 15,932%, balok sebesar 3,651%, dan pelat sebesar -28,120%. Hasil rekapitulasi dan selisih volume tulangan baja dari kedua metode tersebut diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi dan Selisih Volume Tulangan Baja

Elemen	BIM (ton)	Konvensional (ton)	Selisih (%)
Foot plat	13,316	14,381	-7.405
Kolom	36,883	43,873	15,932
Balok	109,459	113,607	3,651
Pelat	109,606	85,549	-28,120

Berdasarkan hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TAS, kemudian dikalikan dengan harga satuan yang digunakan pada RAB. Total estimasi biaya pada beton didapatkan selisih biaya pada elemen foot plat sebesar 0,00%, kolom sebesar 5,457%, balok sebesar 17,668%, dan pelat sebesar -13,322%. Hasil rekapitulasi dan selisih total biaya beton dari kedua metode diperlihatkan pada Tabel 11.

Tabel 11.1 Rekapitulasi dan Selisih Total Biaya Beton

Elemen	BIM (Rp)	Konvensional (Rp)	Selisih (%)
Foot plat	182.680.197	181.680.197	0,00
Kolom	201.547.268	213.181.597	5,46
Balok	503.908.729	612.050.046	17,67
Pelat	873.829.475	771.099.588	-13,32

Berdasarkan hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TAS, kemudian dikalikan dengan harga satuan yang digunakan pada RAB. Total

estimasi biaya pada bekisting didapatkan selisih biaya pada elemen foot plat sebesar -2,719%, kolom sebesar 5,939%, balok sebesar 8,292%, dan pelat sebesar -23,773%. Hasil rekapitulasi dan selisih total biaya bekisting dari kedua metode diperlihatkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi dan Selisih Total Biaya Bekisting

Elemen	BIM (Rp)	Konvensional (Rp)	Selisih (%)
<b>Foot plat</b>	105.562.578	102.767.495	-2,72
<b>Kolom</b>	564.908.247	600.579.016	5,94
<b>Balok</b>	1.325.995.149	1.445.893.116	8,29
<b>Pelat</b>	2.031.746.051	1.641.505.352	-23,77

Berdasarkan hasil rekapitulasi perbandingan perhitungan volume menggunakan metode konvensional dan menggunakan *Cubicost* TRB, kemudian dikalikan dengan harga satuan yang digunakan pada RAB. Total estimasi biaya pada tulangan baja didapatkan selisih biaya pada elemen *foot plat* sebesar -0,650%, kolom sebesar 9,890%, balok sebesar 2,505%, dan pelat sebesar -26,890%. Hasil rekapitulasi dan selisih total biaya baja tulangan dari kedua metode diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi dan Selisih Total Biaya Tulangan Baja

Elemen	BIM (Rp)	Konvensional (Rp)	Selisih (%)
<b>Foot plat</b>	370.912.844	368.513.939	-0,65
<b>Kolom</b>	1.018.385.206	1.130.158.909	9,89
<b>Balok</b>	3.024.850.594	3.102.594.218	2,51
<b>Pelat</b>	2.800.550.321	2.207.057.215	-26,89

Jumlah kebutuhan material yang didapatkan dari kedua metode di atas memiliki selisih yang cukup signifikan. Tanda minus (-) pada perhitungan rekapitulasi menunjukkan ketidakefisienan *Cubicost* pada salah satu elemen yang di kalkulasikan. Pada volume beton rata-rata sebesar 1,604%. Selisih volume bekisting rata-rata sebesar -4,254%. Selisih volume tulangan baja rata-rata sebesar -3,985%. Selisih volume material dan biaya antara metode BIM 5D dengan metode konvensional cukup signifikan. Selisih volume dan biaya material yang didapatkan berkisar antara 0-17% dan hanya volume pada elemen pelat yang memiliki selisih sangat besar, dikarenakan adanya ketidaksesuaian antara area pelat yang di RAB dan yang di gambar DED. Berdasarkan hal tersebut, efisiensi penggunaan BIM 5D pada aspek volume dan biaya material dapat dikatakan tinggi karena memiliki selisih lebih dari 17%.

## 5. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini, yaitu perhitungan dengan pemodelan BIM 5D menggunakan *Cubicost* menghasilkan volume total material beton sebesar 1.521,169 m<sup>3</sup>, bekisting sebesar 9.916,108 m<sup>2</sup>, dan tulangan baja sebesar 269,264 ton. Selisih biaya material pada beton adalah 1,604%, pada bekisting adalah -4,254%, pada tulangan baja adalah -3,985% dan secara keseluruhan sebesar -2,211%. Selisih volume dan biaya material yang didapatkan berkisar antara 0-17% dan hanya volume pada elemen pelat yang memiliki selisih sangat besar, diperoleh bahwa efisiensi penggunaan BIM 5D pada aspek volume dan biaya material dapat dikatakan tinggi karena memiliki selisih sebesar 17%. Pemodelan BIM 5D menggunakan *Cubicost* memberikan efisiensi waktu pengerjaan pada proses estimasi biaya. *Cubicost* dapat mempersingkat tahapan pengerjaan dari 13 menjadi 10 tahapan pada proses estimasi sehingga perhitungan dapat dilakukan secara lebih cepat.

## 6. SARAN

1. Proyek yang digunakan sebagai acuan memiliki data yang sinkron antara gambar pada DED dan volume pada RAB.
2. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan software BIM yang terus diperbarui, diharapkan bagi para peneliti selanjutnya dapat menggunakan software BIM terbaru atau jenis software BIM lainnya.
3. Peneliti selanjutnya diharapkan melakukan penelitian di tempat yang berbeda untuk memperluas subjek penelitian

## **7. DAFTAR PUSTAKA**

- Baskoro, S., Hartono, W., & Sugiyarto, S., (2016). Analisis dan Identifikasi Sisa Material Kontruksi Pembangunan Gedung Kantor dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan (Studi Kasus Gedung Kelurahan dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan). *Matriks Teknik Sipil*, 4(1).
- Building Seismic Safety Council. (2009). NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures FEMA P-750. National Institute of Building Science, Washington DC.
- Carmona, J., & Irwin, K. (2007). BIM: Who, what, how and why. *Building Operating Management*. 54(10), 37-39.
- Devia, Y. P., Unas, S. E., & Nariswari, W. (2012). Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan. *Rekayasa Sipil*, 4(3), pp. 195– 203.
- Eman, P. A., Lintong, E. M., & Jansen, F. (2019). Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Metode Parameter Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 8(2).
- Huzaini, S. (2021). Penerapan Konsep Building Information modeling (BIM) 3D Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur. Universitas Islam Indonesia.
- Kamil, A. (2019). Perbandingan Pengendalian Biaya Mutu dan Waktu Menggunakan Metode Konvensional dan Metode BIM. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*. 1(1).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) no. 22/PRT.M/2018 Mengenai Pedoman Bangunan Negara
- Thoengsal, J. (2014). Efisiensi Penggunaan Material Konstruksi Dalam Mereduksi Timbulnya Material Sisa (Waste Material). Universitas Teknologi Sulawesi.
- Perdana, A.S., Indrayadi, M., & Pratiwi, R. (2018). Identifikasi Construction Material Waste Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus: Rumah Jabatan Rektor Untan Pontianak). *JeLAST*, 5(2).
- Salim. (2018). Estimasi Biaya Konstruksi. Universitas 17 Agustus 1945. Semarang
- Smith, & Peter. (2016). Project Cost Management with 5D BIM. *Procidia Social Behavior and Science*, Vol. Volume 226, 193- 200.
- Xu, J. (2016). Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project. 13th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.194, 603