

PENGAPLIKASIAN BIM 5D UNTUK PEKERJAAN ARSITEKTUR PADA PROYEK GEDUNG IGD RSUD WARAS WIRIS BOYOLALI

Canggih Gilang Pradana H. S¹, Ramadhan Widy Pratama² dan Rainy Shinta Nur Halimah³

¹Program Studi D3 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

Email: canggihgilang@staff.uns.ac.id

²Program Studi D3 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

Email: ramadhanwidy5@student.uns.ac.id

³Program Studi D3 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

Email: rainyshinta@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) is a system for digitizing data processing that can help work in the construction industry run more effectively and efficiently. One type of BIM is 5D BIM. 5D BIM has the function of determining the take-off quantities and analyzing the costs of a building. An example of 5D BIM is Cubicost. Cubicost BIM is a BIM from the Glodon company that allows you to calculate work volumes in a detailed and precise way. In this research, the case study presented is an architectural work on the Waras Wiris Boyolali Hospital Emergency Building Construction Project. The architectural section was selected because architectural works play an important role in nominal terms, so the determination of volume greatly influences construction costs. This research uses Cubicost TAS and TRB software. Cubicost Software's volume results have also been validated so that they show a 99% correlation figure with volume obtained from conventional calculations. Based on the research carried out, the cost of using Cubicost software for architectural works in the Waras Wiris Boyolali Emergency Hospital Building Construction Project is Rp. 1.695.645.165,47. Using the Cubicost software also produces an efficiency of 11.550% on RAB from the consultant.

Keywords: Construction Work Volume, Budget Plan, Building Information Modelling (BIM), Cubicost.

ABSTRAK

Building Information Modelling (BIM) merupakan sistem digitalisasi pengolahan data yang dapat membantu pekerjaan pada bidang konstruksi berjalan lebih efektif dan efisien. Salah satu jenis BIM adalah BIM 5D. BIM 5D memiliki fungsi untuk menentukan quantity take-off serta analisis biaya suatu bangunan. Salah satu contoh BIM 5D adalah Cubicost. BIM Cubicost ini merupakan BIM yang berasal dari perusahaan Glodon yang dapat menghitung volume pekerjaan secara detail dan akurat. Pada penelitian ini studi kasus yang dibawakan merupakan pekerjaan arsitektur pada proyek pembangunan gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali. Bagian arsitektur diambil dikarenakan pekerjaan arsitektur mempunyai peran yang besar dari segi nominal sehingga penentuan volumenya sangatlah berpengaruh terhadap biaya pembangunan. Penelitian ini menggunakan bantuan Software Cubicost TAS dan TRB. Hasil volume dari Software Cubicost juga telah divalidasi sehingga menunjukkan angka keterkaitan sebesar 99% dengan volume yang diperoleh dari perhitungan secara konvensional. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan biaya dari penggunaan Software Cubicost pada pekerjaan arsitektur dalam proyek pembangunan gedung IGD RSUD Waras Wiris Bololali adalah sebesar Rp. 1.695.645.165,47. Penggunaan Software Cubicost juga menghasilkan efisiensi sebesar 11,550 % terhadap RAB dari pihak konsultan.

Kata Kunci: Volume Pekerjaan Konstruksi, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Building Information Modelling (BIM), Cubicost.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah penduduk sebesar 273,8 juta jiwa pada tahun 2021 (Direktorat Jenderal Kependudukan Dan Pencatatan Sipil, 2022). Besarnya wilayah serta jumlah penduduk tersebut sebanding dengan besarnya kebutuhan mengenai bidang konstruksi (Dinarjito, 2022). Hal tersebut mendorong seluruh komponen yang terlibat pada bidang konstruksi untuk terus berinovasi agar dapat mempermudah pekerjaan-pekerjaan sehingga pekerjaan dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Inovasi-inovasi tersebut bertujuan untuk memaksimalkan value sebuah pekerjaan serta meminimalisir adanya waste (Yustika, 2020). Pekerjaan arsitektur merupakan pekerjaan yang mempunyai nilai materiil yang besar pada proyek. Dalam penentuan volume dan biayanya tentu harus dilakukan secara teliti agar tidak terjadi kesalahan mengingat kontribusi pekerjaan arsitektur dari segi biaya sangatlah besar. Maka dari itu, perlu adanya inovasi agar dalam pekerjaan arsitektur tersebut dapat berjalan lebih

efektif dan efisien. Salah satu inovasi yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi hal tersebut adalah penggunaan *Building Information Modelling* (BIM) (Suanda, 2020).

BIM merupakan sistem, manajemen, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan kedalam suatu model (Sangadji et al., 2019). BIM memiliki banyak sekali jenis dan fungsinya, diantaranya adalah BIM 5D (Dwi et al., 2022). BIM 5D merupakan BIM yang berfokus dalam penentuan *quantity take-off* suatu pekerjaan konstruksi tentunya sangat berguna dan sangat dibutuhkan karena akan berdampak langsung dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) (Widiasanti et al., 2023).

Salah satu BIM 5D yang dapat menentukan *quantity take-off* adalah BIM Cubicost (Anindya & Gondokusumo, 2020). BIM Cubicost mempunyai 4 seri yang dalam penggunaannya dapat membantu dalam menentukan perhitungan volume. Keempat series BIM Cubicost adalah Cubicost *Take-off Architecture and Structure* (TAS) untuk menentukan volume arsitektur, beton, dan bekisting, kemudian Cubicost *Take-off Reinforcement Bar* (TRB) untuk menentukan volume pembesian, selanjutnya Cubicost *Take-off Mechanical and Electrical* (TME) untuk menentukan volume MEP, dan yang terakhir Cubicost *Take-off Bill of Quantities* (TBQ) untuk menentukan pembiayaan pada konstruksi pada suatu proyek (Adhyaksa, n.d.). BIM Cubicost dapat melakukan perhitungan volume secara rinci dan teliti sehingga dapat disandingkan dengan perhitungan konvensional (Jonathan & Anondho, 2021). Penggunaan BIM Cubicost ini juga dapat membantu membuat pekerjaan pada bidang konstruksi menjadi lebih efektif dan efisien (Herzanita & Anggraini, 2023) termasuk pada pekerjaan arsitektur. Pada pekerjaan arsitektur, BIM Cubicost yang digunakan merupakan Cubicost TAS dan Cubicost TRB. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk melihat nilai efisiensi dari penggunaan BIM Cubicost dengan meninjau pekerjaan arsitektur pada proyek pembangunan Gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali.

2. LANDASAN TEORI

Building Information Modelling (BIM)

BIM merupakan representasi digital yang memuat semua informasi tentang elemen bangunan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam siklus hidup bangunan (Noviani et al., 2021). Secara garis besar BIM dapat mempermudah pekerjaan pada bidang konstruksi berjalan lebih mudah (PUPR Banda Aceh, 2020). Penggunaan BIM saat ini sudah banyak diterapkan pada pembangunan suatu proyek (Buwono, 2023). BIM sendiri dapat mencegah kesalahan-kesalahan yang terjadi akibat *human errors* sehingga dapat meningkatkan *value* suatu pekerjaan dan juga meminimalisir adanya *waste* (Wibowo, 2021). Kebijakan penggunaan BIM juga telah diatur pada Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 yang menyebutkan bahwa penggunaan BIM diwajibkan hingga dimensi kelima untuk jenis kegiatan padat teknologi dan diwajibkan hingga dimensi kedelapan untuk jenis kegiatan padat modal (PUPR, 2021).

Macam-macam BIM

BIM memiliki berbagai macam jenis yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda. Macam-macam jenis BIM diantaranya: BIM 3D yang digunakan untuk memodelkan dalam bentuk 3D dengan basis objek permodelan parametrik. Kemudian BIM 4D yang berfungsi untuk melakukan penjadwalan. Selanjutnya ada BIM 5D yang dapat digunakan untuk menentukan *quantity take-off*. Lalu BIM 6D untuk menganalisis energi dan pertimbangan dampak lingkungan. Serta yang terakhir BIM 7D yang berfungsi untuk manajemen fasilitas seperti perawatan dan operasional (Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, 2018).

BIM Cubicost

BIM Cubicost merupakan serangkaian aplikasi atau *software* yang diproduksi oleh perusahaan Glodon Costing Solution (Novraindi, 2018). BIM ini merupakan salah satu jenis BIM 5D yang berfungsi untuk membantu dalam menentukan *quantity take-off*. BIM Cubicost terdiri dari empat aplikasi diantaranya: Cubicost TAS (*Take-off Architecture and Structure*) yang digunakan untuk menghitung *quantity take-off* pada elemen struktur (beton dan bekisting) serta arsitektur. Kemudian Cubicost TRB (*Take-off Reinforcement Bar*) yang dipakai untuk menentukan *quantity take-off* pada elemen pembesian. Selanjutnya ada Cubicost TME (*Take-off Mechanical and Electrical*) yang berfungsi untuk membantu menghitung *quantity take-off* pada bagian MEP. Serta yang terakhir Cubicost TBQ (*Take-off Bill of Quantities*) untuk membantu dalam pembuatan *Bill of Quantities* (BoQ) (Pratama, 2023).

Regresi Linier

Penentuan tingkat akurasi penggunaan BIM 5D dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah dengan penggunaan regresi linier. Persamaan regresi linier yang dapat diterapkan merupakan persamaan regresi linier sederhana. persamaan regresi linear sederhana merupakan persamaan yang menggambarkan

hubungan satu variabel bebas/*predictor* (X) dengan satu variabel tak bebas/*response* (Y). Untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel *predictor* (X) dengan *response* (Y) (Ilmi, 2019), dilakukan analisis korelasi yang hasilnya dinyatakan oleh suatu bilangan yang dikenal dengan koefisien korelasi. Nilai koefisien relasi dapat digunakan dalam menjelaskan tingkatan suatu hubungan seperti pada Tabel 1

Tabel 1 Interpretasi Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,8 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: (Sugiyono, 2018)

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini objek yang digunakan merupakan Gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali. Penelitian ini berfokus pada perhitungan arsitektur. Pekerjaan arsitektur yang ditinjau adalah pekerjaan kolom praktis, balok lintel, balok luifel, pelat luifel, dinding, plesteran, acian, keramik lantai, plafond. Data penelitian ini menggunakan data berupa gambar kerja dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang didapat dari konsultan perencana. Setelah data terkumpul, selanjutnya mempersiapkan *Software* Cubicost TAS untuk pekerjaan struktur (beton dan bekisting) dan arsitektur, serta *Software* Cubicost TRB untuk pekerjaan pembesian. Tahap selanjutnya adalah memodelkan gambar 3D menggunakan *Software* Cubicost TAS. Tahap ini diawali dengan melakukan *setting* elevasi lantai, kemudian memasukkan gambar yang berasal dari AutoCAD, kemudian membuat *grid*, selanjutnya mendefinisikan material yang digunakan dan yang terakhir memodelkan pekerjaan dari pekerjaan pondasi hingga pekerjaan balok *rooftop*.

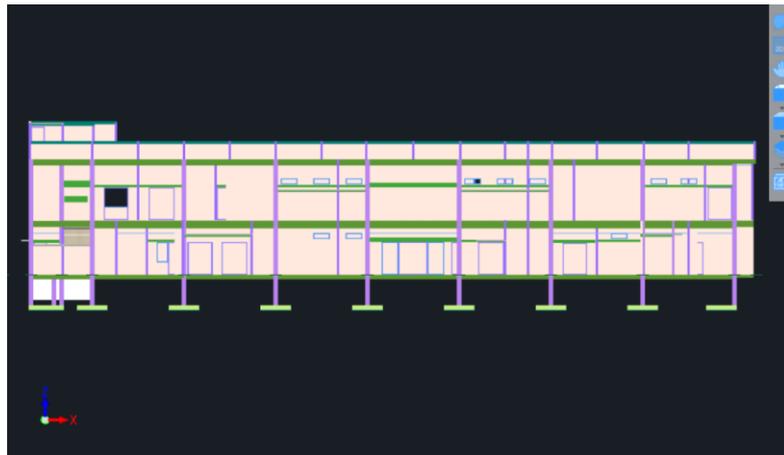
Tahap selanjutnya adalah tahapan memodelkan Cubicost TRB. Tahapan ini dimulai dengan melakukan *import* dari *Software* Cubicost TAS. Kemudian melakukan pendefinisian material yang digunakan pada setiap item pekerjaan. Setelah didefinisikan, kemudian setiap item pekerjaan dilakukan pengecekan pendetailan agar sesuai dengan yang ada pada gambar kerja.

Setelah selesai memodelkan Cubicost TAS dan TRB akan mendapat hasil perhitungan volume langsung dari *Software* Cubicost. Nilai yang keluar tersebut kemudian dibandingkan dengan perhitungan yang telah dilakukan secara konvensional. Perbandingan tersebut akan mendapatkan nilai presentase setiap item pekerjaan. Setelah dilakukan perbandingan kemudian akan dilakukan pengecekan mengenai tingkat akurasi penggunaan BIM Cubicost menggunakan regresi linier.

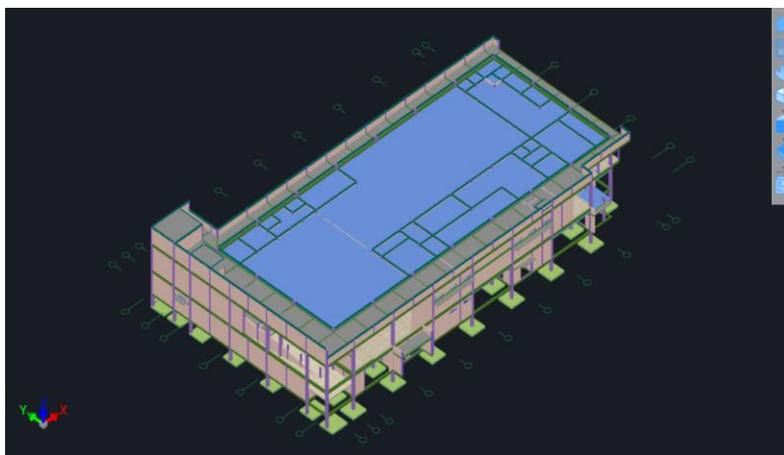
Setelah pengecekan validasi, kemudian melakukan penyusunan RAB. RAB yang telah terbentuk kemudian dikomparasikan dengan RAB dari pihak konsultan. Hasil komparasi tersebut akan menunjukkan nilai efisiensi dari penggunaan *Software* Cubicost.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari tahapan permodelan menggunakan Cubicost adalah bentuk 3D bangunan. Tampilan 3D bangunan yang telah dimodelkan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Tampak depan *modelling Software Cubicost*



Gambar 2 Tampak prespektif *modelling Software Cubicost*

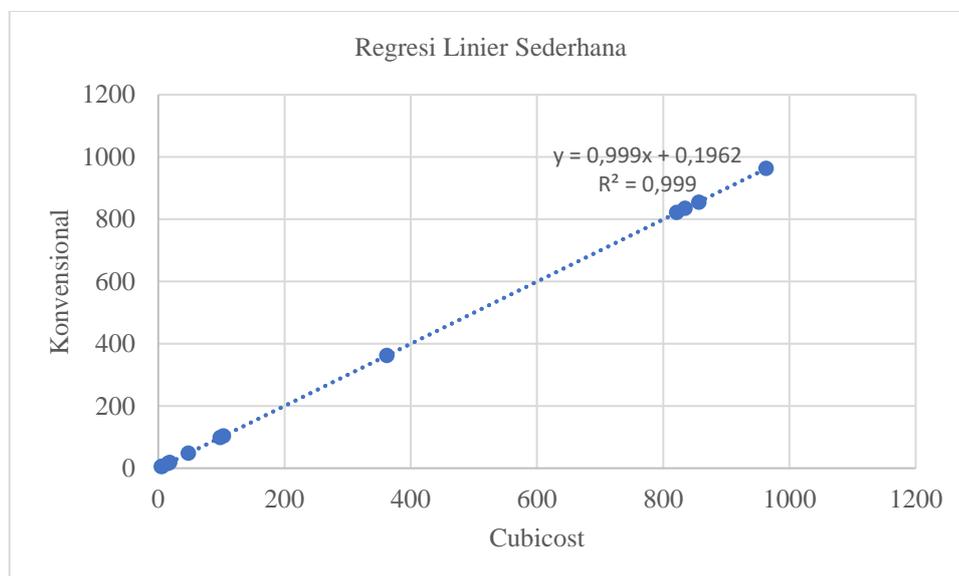
Hasil akhir dalam *modelling* tersebut akan berupa volume dari masing- masing item pekerjaan. *Software Cubicost TAS* akan menghasilkan *output* volume untuk beton, bekisting, dan arsitektur serta *Software Cubicost TRB* akan menghasilkan *output* volume berupa berat pembesian yang digunakan. Volume tersebut kemudian akan dilakukan validasi dengan dikomparasikan dengan volume dari perhitungan konvensional. Pekerjaan yang divalidasi mengambil pada pekerjaan lantai 2 yang dapat dilihat pada pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi validasi volume Cubicost dengan konvensional

Rekapitulasi Validasi Volume Cubicost dengan Konvensional				
Pekerjaan	Satuan	Volume Cubicost	Volume Konvensional	Presentase
BETON				
Kolom praktis	m ³	6,424	6,425	0,016%
Balok lintel dan luifel	m ³	5,038	5,117	1,568%
PEMBESIAN				
Kolom praktis	kg	1197,202	1197,103	-0,008%
BEKISTING				
Kolom praktis	m ²	103,192	103,710	0,502%
Balok lintel dan luifel	m ²	98,110	98,687	0,588%

Rekapitulasi Validasi Volume Cubicost dengan Konvensional				
Pekerjaan	Satuan	Volume Cubicost	Volume Konvensional	Presentase
ARSITEKTUR				
Dinding bata merah	m ²	963,303	963,026	-0,029%
Keramik	m ²	839,923	839,853	-0,008%
Plafond	m ²	919,908	917,510	-0,261%

Berdasarkan tabel 3. didapatkan presentase komparasi antara volume Cubicost dengan volume konvensional pada pekerjaan arsitektur memiliki rentang antara -0,261% sampai dengan 1,568%. Presentase tersebut cukup kecil yang menandakan bahwa perhitungan menggunakan *Software* Cubicost mendekati perhitungan secara konvensional. Sebagai penguat pernyataan mengenai tingkat akurasi BIM Cubicost maka dilakukan perhitungan regresi linear sederhana menggunakan data volume Cubicost dengan volume konvensional untuk menghubungkan antara hasil perhitungan menggunakan software Cubicost dengan hasil perhitungan metode konvensional. Hasil dari perhitungan regresi linier sederhana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Regresi linier sederhana

Berdasarkan hasil perhitungan regresi linear sederhana dan telah dilakukannya hipotesis berdasarkan ketentuan yang telah dijelaskan pada landasan teori mengenai “Regresi Linier” didapatkan nilai *Multiple R* sebesar 0,999, berdasarkan Tabel 1. nilai korelasi antara hasil perhitungan menggunakan *Software* Cubicost dengan hasil perhitungan menggunakan metode konvensional termasuk dalam kategori sangat kuat. nilai koefisien determinasi didapatkan hasil sebesar 0,999 atau 99%, maka perhitungan menggunakan *Software* Cubicost dapat menjelaskan perhitungan menggunakan metode konvensional sebesar 99% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Setelah dilakukan validasi, volume Cubicost disusun menjadi RAB yang kemudian akan dikomparasikan dengan RAB dari pihak konsultan. Hasil komparasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Komparasi Rencana Anggaran Biaya

KOMPARASI RENCANA ANGGARAN BIAYA			
PEKERJAAN	JUMLAH CUBICOST	JUMLAH KONSULTAN	EFISIENSI
	(Rp)	(Rp)	(Rp)
GEDUNG IGD LANTAI 1			
Pekerjaan Beton			
Kolom Praktis			
a. Beton	7.648.132,54	7.758.273,39	110.140,85
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 12 & ϕ 8	24.390.714,50	23.445.512,31	945.202,19
c. Bekisting	23.453.315,44	19.932.868,51	3.520.446,93
Balok Lintel dan Luifel			
a. Beton	4.932.687,75	5.361.338,96	428.651,21
b. Bekisting	17.878.628,69	13.126.381,48	4.752.247,22
Plat Luifel			
a. Beton	2.292.964,06	2.738.249,49	445.285,43
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 8	6.894.759,08	5.125.613,78	1.769.145,31
c. Bekisting	6.029.489,51	7.574.718,66	1.545.229,15
Pekerjaan Pasangan			
Pasang Dinding Bata Merah	138.715.687,20	149.449.016,01	10.733.328,81
Plesteran	92.654.920,09	102.529.164,98	9.874.244,89
Acian	58.608.463,23	86.443.579,22	27.835.116,00
Pekerjaan Penutup Lantai			
Keramik Ex. Ceranosa (Polish)	226.396.643,82	253.300.811,48	26.904.167,66
Keramik Ex. Viva (Unpolish)	21.033.356,44	24.381.735,53	3.348.379,09
Pekerjaan Langit-langit			
Plafond Gypsum Board	117.684.232,58	127.394.257,80	9.710.025,22
Plafond GRC Board	3.550.824,07	8.921.071,18	5.370.247,12
Plafond Akustik Uk	16.511.024,18	16.539.264,94	28.240,76
GEDUNG HEMODIALISA LANTAI 2			
Pekerjaan Beton			
Kolom Praktis			
a. Beton	7.775.218,14	8.629.717,52	854.499,38
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 12 & ϕ 8	24.627.339,80	24.335.608,67	291.731,14
c. Bekisting	24.074.351,21	22.179.515,56	1.894.835,65

KOMPARASI RENCANA ANGGARAN BIAYA			
PEKERJAAN	JUMLAH CUBICOST	JUMLAH KONSULTAN	EFISIENSI
	(Rp)	(Rp)	(Rp)
Balok Lintel dan Luifel			
a. Beton	6.446.402,31	6.768.850,38	322.448,07
b. Bekisting	23.225.054,76	16.622.804,46	6.602.250,30
Plat Luifel			
a. Beton	983.978,44	818.915,74	- 165.062,70
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 8	2.275.248,08	2.366.047,67	90.799,59
c. Bekisting	3.236.837,80	3.193.428,70	- 43.409,09
Pekerjaan Pasangan			
Pasang Dinding Bata Merah	166.895.700,30	182.339.049,67	15.443.349,37
Plesteran	111.477.714,51	124.311.596,03	12.833.881,52
Acian	70.514.739,26	99.785.429,14	29.270.689,88
Pekerjaan Penutup lantai			
Keramik Ex. Ceranosa (Polish)	222.187.449,94	227.493.365,61	5.305.915,67
Keramik Ex. Viva (Unpolish)	5.764.635,07	9.061.351,31	3.296.716,24
Pekerjaan Langit-langit			
Plafond Gypsum Board	129.805.623,66	117.185.621,95	12.620.001,71
Plafond GRC Board	2.354.025,28	2.759.528,51	405.503,24
Plafond Akustik Uk	19.548.338,83	19.326.505,58	- 221.833,25
ROOFTOP			
Pekerjaan Beton			
Kolom Praktis			
a. Beton	1.884.497,92	2.166.506,92	282.009,00
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 12 & ϕ 8	7.140.476,66	6.255.976,49	884.500,17
c. Bekisting	5.462.408,51	5.571.124,77	108.716,25
Ring Balok			
a. Beton	13.702.763,46	14.689.301,01	986.537,55
b. Pembesian			
- Besi Beton ϕ 8, ϕ 10, & ϕ 12	43.599.164,05	40.258.192,00	3.340.972,06
c. Bekisting	33.987.354,30	25.948.431,64	8.038.922,66
Total	1.695.645.165,47	1.816.088.727,04	209.764.072,24
Efisiensi		11,550%	

Berdasarkan tabel 3, Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dihitung dari permodelan *Software Cubicost* didapatkan nilai sebesar Rp. 1.695.645.165,47. Harga tersebut mempunyai nilai efisiensi Rp. 209.764.072,24 atau sebesar 11,550%. Nilai efisiensi merupakan biaya *Cubicost* yang memiliki nilai lebih rendah dari biaya dari pihak konsultan. Nilai efisiensi juga berasal dari kemampuan *Software Cubicost* untuk menemukan *human errors* pada perhitungan pihak konsultan sehingga dapat mencegah terjadinya kesalahan selama proses konstruksi berlangsung. Beberapa *human errors* yang ditemukan antara lain:

1. Pada perhitungan pembesian, bagian pengait, stek, *overlap* tidak dihitung secara mendetail.
2. Perhitungan bodeman bekisting balok lintel dan ring balok tidak dihitung, dikarenakan bodeman bekisting menggunakan dinding serta kusen.
3. Pada pekerjaan plafond, pekerjaan yang dihitung tidak sesuai dengan gambar kerja.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai tingkat akurasi penggunaan BIM *Cubicost* dalam menentukan *quantity take-off* pada pekerjaan arsitektur gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Validasi volume antara volume *Cubicost* dengan volume konvensional didapatkan nilai presentase yang kecil antara rentang -0,261% sampai dengan 1,568%.
2. Validasi volume *Cubicost* menggunakan menggunakan metode regresi linier meunjukkan bahwa 99% volume *Cubicost* dapat mewakili perhitungan menggunakan metode konvensional.
3. Hasil analisis biaya pada pekerjaan arsitektur gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali menggunakan *Software Cubicost* didapatkan biaya sebesar Rp. 1.695.645.165,47.
4. Efisiensi penggunaan *Software Cubicost* dalam penentuan biaya pada pekerjaan arsitektur gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali adalah 11,550%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adhyaksa. (n.d.). *Mengenal Cubicost Sebagai Software Bidang Kongsruksi*. Adhyaksa Persada Indonesia. <https://www.adhyaksapersada.co.id/apa-itu-cubicost>
- Anindya, A. A., & Gondokusumo, O. (2020). Kajian Penggunaan *Cubicost* Untuk Pekerjaan *Quantity Take Off* Pada Proses Tender. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i1.6718>
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi, P. (2018). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM) MODUL 1*, 1–125. <http://www.tfd.org.tw/opencms/english/about/background.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0A>
- Buwono, A. A. (2023). *Mengenal Teknologi Building Information Modeling (BIM) pada Penerapan Proyek Infrastruktur*. <https://depobeta.com/magazine/artikel/mengenal-teknologi-building-information-modeling-bim-pada-penerapan-proyek-infrastruktur/>
- Dinarjito, A. (2022). Struktur Pasar Industri Konstruksi Di Indonesia Tahun 2018-2021. *Jurnalku*, 2(3), 358–363. <https://doi.org/10.54957/jurnalku.v2i3.279>
- Direktorat Jenderal Kependudukan Dan Pencatatan Sipil. (2022). *273 Juta Penduduk Indonesia Terupdate Versi Kemendagri*. <https://dukcapil.kemendagri.go.id/berita/baca/1032/273-juta-penduduk-indonesia-terupdate-versi-kemendagri>
- Dwi, B., Christopher, A., Wasono, & Suryo, D. (2022). *Efisiensi Penggunaan 5D-Bim Terhadap Volume Material Dan Estimasi Biaya Pada Proyek Konstruksi*. *M*, 48–82.
- Herzanita, A., & Anggraini, R. P. (2023). Perbandingan Estimasi Biaya Struktur Bangunan Antara *Software Autodesk Revit* Dengan *Cubicost*. *Construction and Material Journal*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.32722/cmj.v5i1.4620>
- Ilmi, U. (2019). Studi Persamaan Regresi Linear Untuk Penyelesaian Persoalan Daya Listrik. *Jurnal Teknik*, 11(1), 1083. <https://doi.org/10.30736/jt.v11i1.291>
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode *Bim* Dengan Konvensional. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4.
- Noviani, S. A., Mawardi Aman, & Sarwono Hardjomuljadi. (2021). Metode *Building Information Modelling 5D* Untuk Meminimalkan Klaim Konstruksi Yang Ditimbulkan Oleh Penyedia Jasa. *Konstruksia*, 13(1), 29–42.
- Novraindi, I. (2018). *Apa Itu Cubicost*. <https://irman-novriandi.com/apa-itu-cubicost/>
- Pratama, R. W. (2023). Pengaplikasian *Building Information Modeling (BIM) 5D* Dengan Perangkat Lunak *Cubicost* Untuk Menganalisis Perbandingan Volume Dan Biaya Pada Suatu Proyek (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Igd Dan Hd Rsud Waras Wiris Boyolali). *Tugas Akhir*.

- PUPR Banda Aceh, D. (2020). *Pengertian BIM (Building Information Modelling)*. <https://dinaspupr.bandaacehkota.go.id/2020/07/29/pengertian-bim-building-information-modelling/>
- PUPR, K. (2021). Peraturan Pemerintah nomor 16 Tahun 2021 tahun 2021. In *PP*.
- Sangadji, S., Kristiawan, & Saputra, I. K. (2019). *Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung*.
- Suanda, B. (2020). *Building Information Modelling (BIM) dan Sejarahnya*.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta.
- Wibowo, A. (2021). *Evaluasi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia*. 1–97. http://repository.unissula.ac.id/22223/11/20201800050_fulltext.pdf
- Widiasanti, I., Wijaya, M. A., Anggraini, S., Balqis, O. A., Suryapratama, R. Y., & Prasetya, B. T. (2023). *Penerapan Building Information Modeling (Bim) 5D pada Manajemen Biaya Proyek dalam Dunia Konstruksi Irika*. 6, 256–260. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v6i2.299>
- Yustika, K. I. (2020). Perancangan Value Stream Mapping Pada Proyek Konstruksi Untuk Meminimasi Waste Dan Memaksimalkan Nilai Tambah. *Tugas Akhir*.