

ANALISIS PERBANDINGAN QUANTITY TAKE-OFF CUBICOST TAS DAN TRB TERHADAP PERHITUNGAN KONVENSIONAL PADA AREA PLAZA LANTAI BASEMENT 1 PROYEK REVITALISASI MASJID AGUNG BATAM CENTER

Comparative Analysis of Quantity Take-off Using Cubicost TAS and TRB Against Conventional Calculations in the Plaza Area of 1st Basement Floor Batam Center Grand Mosque Revitalization Project

Rindiani Nur Alifa¹, Muhammad Naufal Izza¹, Febri Fahmi Hakim^{1*}, Julmadian Abda¹

¹ Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum

^{*}Korespondensi: febrifahmi@pu.go.id

ABSTRAK

BIM merupakan salah satu inovasi bidang konstruksi yang digunakan agar pelaksanaan proyek dapat dilaksanakan secara kolaboratif dan terintegrasi dalam satu wadah digital yang mencakup seluruh unsur proyek yaitu pemodelan 3D bangunan, quantity take off, harga, hingga penjadwalan. Dalam penerapannya pada pelaksanaan proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam Center analisis pemodelan 3D bangunan serta quantity take off dapat dimodelkan menggunakan perangkat lunak BIM Cubicost. Terdapat 2 jenis perangkat lunak Cubicost yang dapat digunakan pada analisis ini yaitu Cubicost Takeoff for Architecture and Structure (TAS) dan Cubicost Takeoff for Rebar (TRB). Penelitian ini bertujuan membandingkan volume hasil quantity take-off menggunakan Cubicost TAS dan TRB dengan volume yang dihasilkan melalui perhitungan konvensional pada pekerjaan struktur beton dan baja tulangan pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam Center. Hasil perhitungan perbandingan volume quantity take-off beton menggunakan Cubicost TAS dengan perhitungan konvensional pada area plaza basement lantai basement 1 Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam Center menghasilkan volume yang selisihnya cukup kecil dibandingkan hasil perhitungan volume secara manual yang dilakukan oleh quantity surveyor (BoQ). Selisih perhitungan masih terjadi namun hanya terjadi pada elemen Balok dan Pelat Lantai dan rasionya cukup kecil terhadap volume BoQ sebagai nilai acuannya. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak BIM yang digunakan secara umum menghasilkan perhitungan yang selaras dengan perhitungan manual yang dilakukan oleh quantity surveyor sehingga BIM dapat digunakan sebagai alternatif metode untuk quantity takeoff yang akurat dalam waktu yang relatif singkat.

Kata kunci: *Building Information Modelling, Quantity take-off, Cubicost, Perhitungan Konvensional.*

ABSTRACT

BIM (Building Information Modeling) is an innovation in the construction field that is used to facilitate collaborative and integrated project execution within a digital framework. This framework encompasses all project elements, including 3D building modeling, quantity take-off, cost estimation, and scheduling. In the implementation of the Revitalization Project for the Batam Center Grand Mosque, both 3D building modeling and quantity take-off analyses can be performed using the BIM software Cubicost. There are two types of Cubicost software that can be utilized for this analysis: Cubicost TAS and Cubicost TRB. The objective of this study is to compare the volume results obtained from quantity take-off using Cubicost TAS and Cubicost TRB with the volumes calculated conventionally for reinforced concrete and steel reinforcement in the Batam Center Grand Mosque Revitalization Project. The difference in calculations still occurs, but it is limited to the Beam and Floor Plate elements, and the ratio is quite small compared to the Bill of Quantities (BoQ) volume as the reference value. This indicates that BIM software, commonly used, produces calculations that align with the manual calculations performed by quantity surveyors, making BIM a viable alternative method for accurate quantity takeoff in a relatively short time.

Keywords: *Building Information Modelling, Quantity take-off, Cubicost, Conventional Calculation*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

BIM (*Building Information Modelling*) merupakan salah satu inovasi yang termasuk dalam bidang *Information Communication Technology* (ICT) pada dunia konstruksi. BIM digunakan agar pelaksanaan proyek dapat terkolaborasi serta terintegrasikan dalam satu wadah digital yang mencakup seluruh unsur di proyek yaitu pemodelan 3D bangunan, *quantity take off*, harga, hingga penjadwalan. BIM dalam penerapannya pada pelaksanaan proyek untuk unsur analisis pemodelan 3D bangunan serta *quantity take off* dapat menggunakan Cubicost, dalam spesifiknya terdapat 2 jenis Cubicost yang dapat digunakan pada analisis ini yaitu Cubicost TAS dan Cubicost TRB.

Cubicost adalah salah satu dari beberapa jenis perangkat lunak yang menjadi bagian dari *Building Information Modelling* (BIM) untuk pekerjaan *quantity take off*. Penggunaan Cubicost *Take off for Architecture and Structure* (TAS) dalam pekerjaan struktur dan arsitektur serta Cubicost *Take-off for Rebar* (TRB) dalam pekerjaan *quantity take off* besi dapat membantu mempersingkat waktu pekerjaan dimana *Quantity take-off* pada dasarnya dilakukan dengan menghitung secara manual menggunakan bantuan *software* Microsoft Office Excel. Oleh karena itu, perlu untuk dilakukan "Analisis Perbandingan *Quantity take-off* Cubicost TAS dan TRB Terhadap Perhitungan Konvensional Pada Area Plaza *Basement Lt. Basement I* Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center*" untuk melihat kemampuan perangkat lunak BIM dalam membantu proses *quantity takeoff* elemen bangunan gedung.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pemodelan 3D pekerjaan struktur dan pembesian menggunakan Cubicost TAS dan TRB pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center* Area Plaza *Basement* Lantai *Basement 1*.
2. Menghitung hasil *Quantity take-off* volume pekerjaan struktur menggunakan Cubicost TAS dan besi tulangan menggunakan Cubicost TRB pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center* Area Plaza *Basement* Lantai *Basement 1*.

3. Menghitung hasil *Quantity take-off* volume pekerjaan struktur dan besi tulangan menggunakan metode perhitungan konvensional pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center* Area Plaza *Basement* Lantai *Basement 1*.
4. Mengevaluasi hasil perbandingan volume *Quantity take-off* pekerjaan struktur dan besi tulangan menggunakan Cubicost TAS jika dibandingkan dengan hasil perhitungan konvensional pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center* Area Plaza *Basement* Lantai *Basement 1*.

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center*, dan memiliki fokus hanya pada pekerjaan struktur serta pembesian tulangan untuk area plaza *basement* lantai *basement 1*.
2. Acuan perhitungan konvensional pada penelitian ini menggunakan BOQ Addendum 1.
3. Acuan desain yang digunakan pada penelitian ini menggunakan gambar *shop drawing*.
4. Software BIM yang digunakan pada penelitian ini adalah Cubicost TAS C-V versi 6.0.1.11100 serta Cubicost TRB C-V versi 5.10.0.5488.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif dimana penelitian ini menurut Creswell (2009) merupakan metode untuk menguji teori-teori tertentu dengan cara meneliti hubungan antarvariabel.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan jangka waktu 5 bulan 10 hari, diawali dari tanggal 13 Februari 2023 sampai 23 Juni 2023 di Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam *Center*, dengan detail lokasi berada di Jl. Engku Putri, Teluk Tering, Kec. Batam *Center*, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau.

Variabel Penelitian

Beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil volume *Quantity take-off* beton menggunakan Cubicost TAS.
2. Hasil volume *Quantity take-off* pembesian tulangan menggunakan Cubicost TRB.
3. Hasil volume perhitungan beton secara konvensional.
4. Hasil volume perhitungan pembesian tulangan secara konvensional.

Alat Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan 3 (tiga) perangkat lunak sebagai alat pengumpulan/penyiapan data maupun model bangunan serta 1 (satu) *software* pengolahan data.

1. AutoCAD sebagai *software* pengolahan data gambar kerja (*shop drawing*).
2. Cubicost TAS C-IV (*Take-off Architecture & Structure*) sebagai *software* pemodelan 3D serta *Quantity take-off* elemen struktur.
3. Cubicost TRB C-IV (*Take-off Rebar*) sebagai *software* pemodelan 3D serta *Quantity take-off* elemen pembesian.
4. Excel sebagai *software* yang membantu mengolah perhitungan konvensional dari gambar *shop drawing*.

Prosedur Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan data sekunder Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam Center Area Plaza Basement Lantai Basement 1, yang tersusun atas:

1. Gambar *shop drawing* yang memuat informasi mengenai letak, ukuran, jumlah, bentuk, hingga detail dari tiap elemen pekerjaan yang akan dihitung. Berikut merupakan gambar *shop drawing* yang digunakan dalam penelitian.
 - a) Denah lantai *basement* 1 area plaza *basement*
 - b) Denah dan detail kolom lantai *basement* 1 area plaza *basement*
 - c) Denah dan detail balok lantai *basement* 1 area plaza *basement*, dan
 - d) Detail plat lantai *basement* 1 area plaza *basement*.
2. *Bill of quantity (BoQ)* yang akan digunakan sebagai pembanding volume hasil *Quantity take-off* menggunakan Cubicost TAS dan TRB.

Prosedur Pengumpulan Data

Tahapan setelah semua data terkumpul yaitu dilakukannya pengolahan data serta analisis data. Terdapat 2 (dua) langkah yang dilakukan pada tahapan pengolahan data serta analisis data ini. Langkah-langkahnya tersebut yaitu melakukan penyusunan tahapan pemodelan 3D sesuai gambar *shop drawing* menggunakan Cubicost TAS dan TRB, serta melakukan kalkulasi dan analisis perbandingan volume hasil *Quantity take-off* Cubicost TAS dan TRB dengan perhitungan konvensional.

Ketika hasil perhitungan Cubicost TAS dan TRB telah didapatkan, hasil tersebut dibandingkan menggunakan Microsoft Excel dengan volume pekerjaan berdasarkan perhitungan konvensional (BoQ Addendum-1) dengan menggunakan rumus selisih volume (*Sv*) yang diadaptasi dari rumus persentase selisih volume oleh Uzlifati (2022) berikut.

$$Sv = Vc - Vk \quad \dots\dots(1)$$

Sv = Selisih volume

Vc = Volume hasil *Quantity take-off* menggunakan Cubicost TAS atau TRB

Vk = Volume hasil *Quantity take-off* menggunakan perhitungan konvensional

Setelah didapatkan hasil selisih volume, maka digunakan rumus persentase selisih volume di bawah yang diadaptasi dari rumus persentase selisih volume oleh Uzlifati (2022) untuk mendapatkan persentase dari selisih volume tersebut.

$$P_{sv} = \frac{Sv}{Vk} \times 100\% \quad \dots\dots(2)$$

Psv = Persentase selisih volume

Sv = Selisih volume

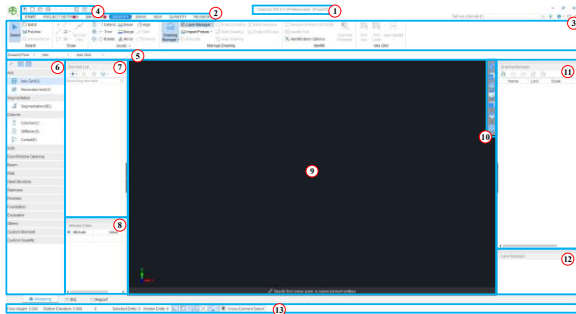
Vk = Volume hasil *Quantity take-off* menggunakan perhitungan konvensional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur Plaza Basement Lantai Basement 1 Menggunakan Cubicost TAS

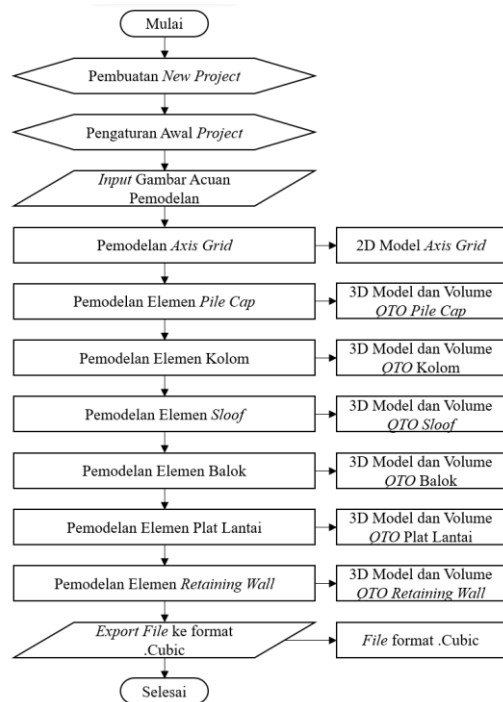
Cubicost TAS merupakan perangkat lunak yang dibuat dan dikembangkan oleh Glodon. Perangkat lunak ini digunakan untuk membantu proses pemodelan serta *Quantity take-off* dari elemen struktur, arsitektur, hingga *finishing*.

Prinsip *Quantity take-off* dimulai dengan pemodelan dari struktur bangunan terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan pemodelan arsitektur bangunan. Setelah tahap kalkulasi, hasil *Quantity take-off* dari pemodelan yang dimodelkan sebelumnya akan terhitung secara otomatis. Berikut merupakan *user interface* utama dari *software* Cubicost TAS.



Gambar 4. 1. *User Interface* Utama Cubicost TAS (Sumber: Penulis, 2023)

1. *Application Name, Project Name*
2. *Function Tab*
3. *Ribbon*
4. *Quick Access Toolbar*
5. *Floor Level*
6. *Element Navigation*
7. *Element List*
8. *Attribute Editor*
9. *Main Operation*
10. *Dynamic Control Bar*
11. *Drawing Manager*
12. *Layer Manager*
13. *Status Bar*



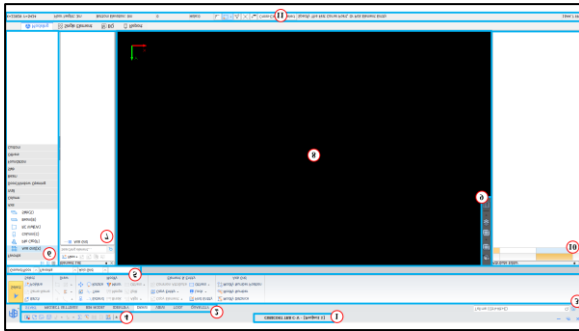
Gambar 4. 2. Diagram Alur Pemodelan Struktur Menggunakan Cubicost TAS (Sumber: Penulis, 2023)

Pemodelan struktur ini dimulai dengan memodelkan *axis grid*, kemudian dilanjutkan dengan elemen-elemen struktur seperti *pile cap*, kolom, *sloof*, balok, plat lantai, dan *retaining wall*. Untuk dapat melihat hasil *quantity take-off* nya dapat dilakukan *calculation*.

Pemodelan Struktur Area Plaza Lantai Basement 1 Menggunakan Cubicost TRB

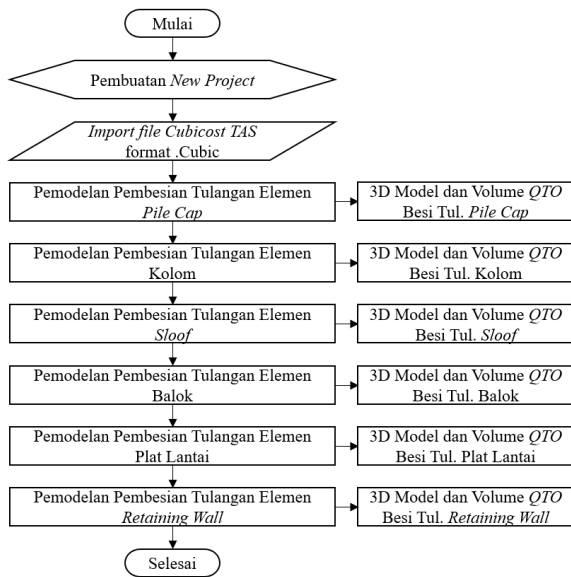
Cubicost TRB merupakan *software* keluaran dari Glodon yang memiliki tujuan untuk membantu melakukan *Quantity take-off* pembesian tulangan suatu *project* bangunan. *Cubicost TRB* ini didesain untuk menghasilkan *output* berupa volume pembesian tulangan hingga *cutting list* untuk fabrikasi tulangan di lapangan.

Prinsip pemodelan menggunakan Cubicost TRB pada awalnya adalah dengan membuat 3D model dari suatu *project* bangunan terlebih dahulu, setelah itu masuk ke dalam pemodelan besi tulangan dari suatu elemen. Jika 3D model dari *project* telah dimodelkan lewat Cubicost TAS, maka yang perlu dilakukan hanya meng-*import* 3D model format .TAS tersebut ke dalam *project* TRB. Berikut merupakan *user interface* dari Cubicost TRB di mana *user interface* ini kurang lebih mirip dengan Cubicost TAS.



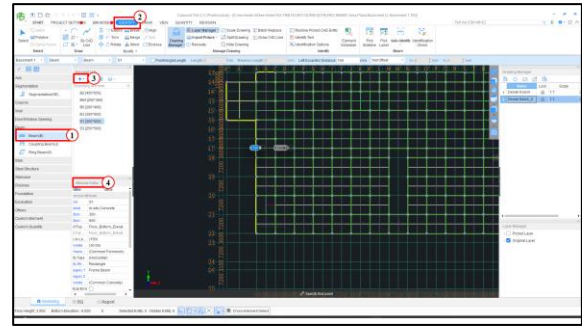
Gambar 4. 3. User Interface Utama Cubicost TRB. (Sumber: Penulis, 2023)

1. Application Name, Project Name
2. Function Tab
3. Ribbon
4. Quick Access Toolbar
5. Floor Level
6. Element Navigation
7. Element List
8. Main Operation
9. Dynamic Control Bar
10. Attribute Editor
11. Status Bar



Gambar 4. 4. Diagram Alur Pemodelan Struktur Menggunakan Cubicost TRB (Sumber: Penulis, 2023)

Pemodelan pembesian tulangan ini dimulai dengan melakukan *import file 3D model* yang telah dibuat menggunakan *Cubicost TAS*, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan detail-detail pembesian tulangan pada format pemodelan *Cubicost TRB* yang telah tersedia.



Gambar 4. 5. Model yang dihasilkan dalam Cubicost TAS (Sumber: Penulis, 2023)

Analisis Selisih Volume

A. Analisis Elemen *Pile Cap*

Tabel 4. 1. Hasil *Quantity take-off* Beton Elemen *Pile Cap*.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Pile Cap P3, Ukuran 1200 x 1200 x 1000 mm (Elev -4,550)	10,08	10,08
Total		10,08	10,08
Selisih Volume (nilai absolut)		0,000	
Persentase Selisih Volume		0,000 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 2. Hasil *Quantity take-off* Pembesian Tulangan Elemen *Pile Cap*.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Pile Caps P3, Ukuran 1200 x 1200 x 1000 mm (Elev -4,550) Diameter 19 mm	2.251,79	2.245,56
Total		2.251,79	2.245,56
Selisih Volume (nilai absolut)		6,23	
Persentase Selisih Volume		0,28 %	

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2 persentase selisih volume beton sebesar 0,00% dan persentase selisih volume pembesian tulangan sebesar 0,28%.

B. Analisis Elemen Kolom

Tabel 4. 3. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Kolom K2.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Kolom K2, Ukuran 800 x 800 mm (Elev - 4,550)	378,56	378,56
	Total	378,56	378,56
	Selisih Volume (nilai absolut)	0,00	
	Persentase Selisih Volume	0,00 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 4. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Kolom K4.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Kolom K4, Ukuran 500 x 500 mm (Elev - 4,550)	1,75	1,75
	Total	1,75	1,75
	Selisih Volume (nilai absolut)	0,00	
	Persentase Selisih Volume	0,00 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 5. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Kolom K2.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Kolom K2 800 x 800 mm (Elev - 4,550)		
	- Diameter 10 mm	77.424,66	9.258,46
	- Diameter 13 mm		19.468,88
	- Diameter 19 mm		48.697,28
	Total	77.424,66	77.424,60
	Selisih Volume (nilai absolut)	0,06	
	Persentase Selisih Volume	0,00 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 6. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Kolom K4.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Kolom K4 500 x 500 mm (Elev - 4,550)	276,96	

- Diameter 10 mm		52,73
- Diameter 13 mm		
- Diameter 16 mm		62,47
		261,75
Total	276,96	376,95
Selisih Volume (nilai absolut)	99,99	
Persentase Selisih Volume	36,10 %	

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.3 sampai dengan 4.6 persentase selisih volume beton K2 dan K4 sebesar 0,000% dan persentase selisih volume pembesian tulangnya sebesar 0,00% dan 36,10%.

C. Analisis Elemen Sloof

Tabel 4. 7. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Sloof S1.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Sloof S1, Ukuran 300 x 600 mm (Elev -4,550)	13,53	13,53
	Total	13,53	13,53
	Selisih Volume (nilai absolut)	0,00	
	Persentase Selisih Volume	0,00 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 8. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Sloof S3.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Sloof S3, Ukuran 250 x 500 mm (Elev -4,550)	0,50	0,50
	Total	0,50	0,50
	Selisih Volume	0,00	
	Persentase Selisih Volume	0,00 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 9. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Sloof S1.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Sloof S1, Uk. 800 x 800 mm (Elev - 4,550)	2.849,72	
	- Diameter 10 mm		459,32
	- Diameter 16 mm		283,24

- Diameter 19 mm		2.105,32
Total	2.849,72	2.847,88
Selisih Volume	1,84	
Persentase Selisih Volume	0,06 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 10. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Sloof S3.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Sloof S3 250 x 500 mm (Elev -4,550)	99,71	
	- Diameter 10 mm		28,49
	- Diameter 13 mm		8,99
	- Diameter 16 mm		62,13
	Total	99,71	99,60
	Selisih Volume		0,11
	Persentase Selisih Volume		0,11 %

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.7 sampai 4.10 persentase selisih volume beton S1 dan S3 sebesar 0,00% dan persentase selisih volume pembesian tulangannya sebesar 0,06% dan 0,11%.

D. Analisis Elemen Balok

Tabel 4. 11. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Balok B2.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B2, Ukuran 450 x 650 mm (Elev -4,550)	500,17	504,59
	Total	500,17	504,59
	Selisih Volume (nilai absolut)		4,42
	Persentase Selisih Volume		0,88 %

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 12. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Balok B3.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B3, Ukuran 300 x 600 mm (Elev -4,550)	19,18	19,01
	Total	19,18	19,01
	Selisih Volume (nilai absolut)		0,17
	Persentase Selisih Volume		0,87 %

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 13. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Balok B6A.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B6A, Ukuran 200 x 400 mm (Elev -4,550)	50,44	50,27
	Total	50,44	50,27
	Selisih Volume (nilai absolut)		0,17
	Persentase Selisih Volume		0,35 %

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 14. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Balok B6.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B6, Ukuran 200 x 400 mm (Elev -4,550)	58,65	58,53
	Total	58,65	58,53
	Selisih Volume (nilai absolut)		0,12
	Persentase Selisih Volume		0,21 %

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 15. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Balok B2.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B2, Uk. 450 x 650 mm (Elev -4,550)	139.981,75	
	- Diameter 10 mm		18.474,12
	- Diameter 13 mm		7.573,99
	- Diameter 22 mm		112.333,84
	Total	139.981,75	138.381,95
	Selisih Volume		1.599,79
	Persentase Selisih Volume		1,14 %

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 16. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Balok B3.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B3, Uk. 300 x 600 mm (Elev -4,550)	2.938,03	
	- Diameter 10 mm		691,54
	- Diameter 16 mm		2.208,51

Total	2.938,03	2.900,05
Selisih Volume	37,97	
Persentase Selisih Volume	1,29 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 17. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Balok B6A.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B6A, Uk. 200 x 400 mm (Elev -4,550)	10.107,83	
	- Diameter 10 mm		3.124,23
	- Diameter 16 mm		6.925,83
	Total	10.107,83	10.050,06
	Selisih Volume	57,77	
	Persentase Selisih Volume	0,57 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 18. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Balok B6.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Balok B6, Uk. 200 x 400 mm (Elev -4,550)	8.069,03	
	- Diameter 10 mm		2.184,87
	- Diameter 16 mm		5.868,23
	Total	8.069,03	8.053,11
	Selisih Volume	15,92	
	Persentase Selisih Volume	0,20 %	

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.11 sampai 4.18 persentase selisih volume beton B2, B3, B6A, dan B6 sebesar 0,88%, 0,87%, 0,35%, dan 0,21%. Sedangkan persentase selisih volume pembesian tulangnya sebesar 1,14%, 1,29%, 0,57%, dan 0,20%.

E. Analisis Elemen Plat Lantai

Tabel 4. 19. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Plat Lantai SG-2.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	- Plat Lantai SG2, Tebal 170 mm (Elev -4,550)	878,90	874,62

Total	878,90	874,62
Selisih Volume	4,27	
Persentase Selisih Volume	0,49 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 20. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Plat Lantai.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Plat Lantai SG2, Tebal 170 mm (Elev -4,550)	106.147,52	
	- Diameter 10 mm		104.664,55
	Total	106.147,52	104.664,55
	Selisih Volume	1.482,97	
	Persentase Selisih Volume	1,40 %	

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.19 dan 4.20 persentase selisih volume beton SG2 sebesar 0,49% dan persentase selisih volume pembesian tulangnya sebesar 1,40%.

F. Analisis Elemen Retaining Wall

Tabel 4. 21. Hasil Quantity take-off Beton Elemen Retaining Wall.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (m ³)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Retaining Wall RW1, Tebal 300 mm (Elev -4,550)	130,83	130,75
	Total	130,83	130,75
	Selisih Volume	0,07	
	Persentase Selisih Volume	0,06 %	

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 22. Hasil Quantity take-off Pembesian Tulangan Elemen Retaining Wall.

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	
		BoQ	Cubicost TAS
1	Retaining Wall W1, Tebal 300 mm (Elev -4,550)	14.761,62	
	- Diameter 10 mm		5.894,55
	- Diameter 13 mm		8.829,55
	Total	14.761,62	14.724,11
	Selisih Volume	37,51	
	Persentase Selisih Volume	0,25 %	

Sumber: Peneliti-2023

Berdasarkan Tabel 4.21 dan 4.22 persentase selisih volume beton W1 sebesar 0,06%. Sedangkan persentase selisih volume pembesian tulangnya sebesar 0,25%.

Secara umum dapat dilihat bahwa selisih volume beton terbesar antara hasil perhitungan manual dibandingkan dengan BIM Cubicost TAS terdapat pada elemen Balok dan Pelat Lantai. Sedangkan Selisih volume tulangan terbesar antara hasil perhitungan manual dibandingkan dengan BIM Cubicost TRB terdapat pada elemen struktur yang sama yaitu Balok dan Pelat Lantai.

Namun demikian, apabila dilihat rasio antara selisih volume dengan volume hasil perhitungan manual (BoQ) yang dijadikan acuan, maka dapat dilihat bahwa quantity takeoff menggunakan BIM Cubicost baik TAS dan TRB menghasilkan volume yang cukup akurat dengan nilai rasio selisih volume yang kecil terhadap volume acuannya. Secara keseluruhan rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23. Rekapitulasi Perbandingan Hasil QTO Volume Beton per Elemen antara BoQ dan Cubicost TAS.

No	Elemen Struktural	Selisih (m3) (nilai absolut)	Rasio Selisih (BoQ sebagai nilai acuan/bilangan penyebut)
1	Pilecap	0.00	0.00
2	Kolom	0.00	0.00
3	Sloof	0.00	0.00
4	Balok	4.89	0.01
5	Pelat Lantai	4.28	0.00
6	Retaining Wall	0.07	0.00

Sumber: Peneliti-2023

Tabel 4. 24. Rekapitulasi Perbandingan Hasil QTO Volume Tulangan per Elemen antara BoQ dan Cubicost TAS.

No	Rebar pada Elemen Struktural	Selisih (kg) (nilai absolut)	Rasio Selisih (BoQ sebagai nilai acuan/bilangan penyebut)
1	Pilecap	6.23	0.00
2	Kolom	100.05	0.00
3	Sloof	1.95	0.00
4	Balok	1711.47	0.01
5	Pelat Lantai	1482.97	0.01
6	Retaining Wall	37.51	0.00

KESIMPULAN

Perhitungan volume menggunakan bantuan perangkat lunak BIM Cubicost TAS (untuk perhitungan volume beton) dan Cubicost TRB (untuk perhitungan volume tulangan) pada area plaza *basement* lantai *basement* 1 Proyek Revitalisasi Masjid Agung Batam Center menghasilkan volume yang selisihnya cukup kecil dibandingkan hasil perhitungan volume secara manual yang dilakukan oleh *quantity surveyor* (BoQ).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Uzlifati, "Penggunaan Perangkat Lunak Cubicost TAS dan TRB Pada Perhitungan Ulang Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Beton dan Baja Tulangan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung-F Fakultas Psikologi UGM)," Jan. 2022.
- [2] A. A. Anindya and O. Gondokusumo, "Kajian Penggunaan Cubicost Untuk Pekerjaan Quantity Take Off Pada Proses Tender," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, vol. 4, no. 1, p. 83, May 2020, doi: 10.24912/jmstkik.v4i1.6718.
- [3] Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Rekomendasi Percepatan Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Infrastruktur PUPR*. 2019.
- [4] J. W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 3rd ed. California: Sage Publications, Inc, 2009.
- [5] C. Ersen Firat *et al.*, "QUANTITY TAKE-OFF IN MODEL-BASED SYSTEMS," in *CIB W78 2010: 27th International Conference*, Cairo, 2010, pp. 16–18.
- [6] IQSI (Ikatan Quantity Surveyor Indonesia), "Indonesian Standard Method of Measurement (ISMM)," 2003.
- [7] R. Jonathan and D. B. Anondho, "Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode BIM Dengan Konvensional," 2021.
- [8] M. Lendo-Siwicka, K. Pawluk, A. Kowalczyk, and R. Trach, "Bill of quantities and quantity survey of construction works of renovated buildings - Case study," *Open*

- Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 350–358, 2019, doi: 10.1515/eng-2019-0041.
- [9] T. M. Pongai, J. Tjakra, and A. K. T. Dundu, “Analisis Quantity Take Off Pekerjaan Plumbing Dengan Menggunakan Autodesk Revit Pada Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Sam Ratulangi Tondano,” vol. 21, no. 83, 2023.
- [10] I. S. Ramadea, “Etika Dalam Penelitian Kualitatif: Analisis Penelitian Dengan Responden Mantan Narapidana Anak,” Depok, 2018.
- [11] H. A. Rani, *Manajemen Proyek Konstruksi*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish, 2016. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/316081639>
- [12] J. Stenstrand, “The Use of Building Information Models in *Quantity take-off* for Cost Estimation and Construction Site Management,” Aalto University School of Science and Technology, Finland, 2010.
- [13] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, 19th ed. Bandung: ALFABETA, CV., 2013.