

ANALISIS *QUANTITY TAKE-OFF* MENGGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)* PADA JEMBATAN *OVERPASS* STA. 81+750 PROYEK JALAN TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG – BETUNG

Zenteno^{1*}, Anis Saggaf¹, dan Imroatul C. Juliana¹

¹ Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Corresponding author: zen.tenno@yahoo.com

ABSTRAK: Perkembangan infrastruktur di Indonesia beberapa tahun ini mengalami kemajuan. Salah satu pembangunan infrastrukturnya yaitu pembangunan Jalan Tol pada pulau Sumatera khususnya Sumatera Selatan yang berada dilokasi Kayu Agung – Palembang – Betung, selain itu juga disebut sebagai Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS). Pembangunan Jalan Tol ini berlokasi Tahap II Seksi III Sta. 75+000 sampai dengan Sta. 90+690 yang memiliki struktur jembatan jalan (*overpass*) salah satunya Sta. 81+750. Perhitungan *Quantity Take-Off (QTO)* dapat dilakukan dengan cara konvensional maupun menggunakan *Building Information Modelling (BIM)*, akan tetapi pada saat penyesuaian perhitungan dapat terjadi perubahan biaya konstruksi pada QTO. Oleh karena itu, BIM diyakini akan membantu mengurangi kesalahan dalam perhitungan QTO yang menyebabkan estimasi biaya proyek tidak akurat. Penelitian ini akan menganalisis perbedaan antara perhitungan secara konvensional dan secara BIM dengan metode *quantitative*. Menurut temuan studi, ada perbedaan 2,11% dalam biaya keseluruhan antara pendekatan konvensional dan metode BIM. Hal ini selaras dengan penelitian sebelumnya menyebutkan metode BIM lebih sedikit dari pada metode konvensional sehingga penelitian ini menyebutkan bahwa perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan efisiensi dan meminimalisir kesalahan perhitungan dengan menggunakan metode BIM.

Kata Kunci: *Quantity Take-Off, Building Information Modelling, Konstruksi, Jembatan, Jalan Tol*

ABSTRACT: Infrastructure development in Indonesia has progressed in recent years. One of the infrastructure developments is the construction of a Toll Road on the island of Sumatera, especially South Sumatra, located at Kayu Agung – Palembang – Betung, also known as The Trans Sumatra Toll Road (TSTR). The construction of this Toll Road is located in Phase II Section III, Sta. 75+000 to Sta. 90+690, which has a road bridge structure (*overpass*), one of which is Sta. 81+750. *Quantity Take-Off (QTO)* calculations can be done conventionally or using *Building Information Modelling (BIM)*. Still, at the time of calculation adjustments, there may be changed in construction costs in QTO. Consequently, it is believed that BIM will help reduce mistakes in QTO calculations, which lead to inaccurate project cost estimates. This research will analyze the differences between conventional and BIM calculations with quantitative methods. According to the study's findings, there was a 2.11% difference in overall cost between the conventional approach and the BIM method. This is in line with previous research which states that the BIM method is less expensive than conventional methods, so this research states that the calculations that have been carried out achieve efficiency and minimize calculation errors by using the BIM method.

Keywords: *Quantity Take-Off, Building Information Modelling, Construction, Bridge, Toll Road*

PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia beberapa tahun ini mengalami kemajuan. Salah satu pembangunan infrastrukturnya yaitu pembangunan Jalan Tol pada pulau Sumatera khususnya Sumatera Selatan. Jalan Tol ini terdapat pada lokasi Kayu Agung – Palembang – Betung yang menghubungkan beberapa lokasi diantaranya

Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kota Palembang, dan Kabupaten Banyuasin, selain itu juga disebut sebagai Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS). Dipercayai bahwa jalan tol ini akan membantu meringankan beban ekonomi lokal dengan menambah kebutuhan infrastruktur jalan raya di sepanjang rute Trans-Sumatra. (Despa et al., 2023).

Pembangunan Jalan Tol ini memiliki beberapa bangunan struktur untuk menunjang kelancaran

pembangunan diantaranya yaitu struktur *pile on slab*, struktur jembatan air (*underbridge*), struktur jembatan jalan (*overpass*), struktur box aliran air (*box culvert*), struktur box jalan (*box tunnel*), struktur jembatan penyebrangan orang (*jpo*). Pembangunan jalan tol ini memiliki beberapa lokasi pekerjaan salah satunya Tahap II Seksi III Sta. 75+000 sampai dengan Sta. 90+690 yang memiliki struktur jembatan jalan (*overpass*) salah satunya pada Sta. 81+750 untuk menunjang kelancaran pembangunan di area sekitar.

Penelitian ini dilakukan pada lokasi struktur jembatan jalan (*overpass*) Sta. 81+750 diantaranya sebagai berikut: pekerjaan pemancangan, pekerjaan pengecoran, pekerjaan *bearing pad*, pekerjaan girder, pekerjaan drainase, pekerjaan perkerasan, dan pekerjaan perlengkapan. Berikut ini menunjukkan lokasi tempat dari objek penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Jembatan Jalan (*Overpass*) Sta. 81+750

Rumusan Masalah

Proses pembangunan konstruksi diperlukan data untuk memonitoring pekerjaan sehingga dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Akibatnya, harus ada alat untuk membantu pemantauan pekerjaan; program *Building Information Modelling* (BIM) adalah salah satu alat tersebut.

Berdasarkan surat edaran No. 25.1/SE/Db/2023 tentang Pedoman Implementasi BIM pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan menjelaskan bahwa salah satu ketentuan persyaratan informasi minimum pada tahap konstruksi adalah *information construction cost* rencana dan realisasi yang sudah terkoneksi secara digital dengan kuantitas volume dalam BIM 5 Dimensi (5D) Surat Edaran No. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) dapat dilakukan menggunakan BIM sehingga dapat menjadi alternatif membantu pekerjaan selain menggunakan konvensional. Akan tetapi pada saat penyesuaian perhitungan antara konvensional dan BIM dapat terjadi perubahan biaya konstruksi pada QTO. Oleh karena itu,

peneliti akan mengevaluasi hasil perbedaan antara perhitungan volume menggunakan konvensional, BIM, serta perhitungan selisih dari kedua pendekatan tersebut dengan menggunakan pendekatan kuantitatif.

Perhitungan menggunakan metodologi konvensional dengan konsep dasar untuk menghitung struktur berdasarkan konfigurasi jembatan jalan Sta. 81+750 (*overpass*). Perhitungan QTO secara konvensional bergantung pada desain 2D seperti AutoCAD, dengan bantuan dari Microsoft Excel. Sebaliknya, *Building Information Modelling* (BIM) menggunakan Autodesk Revit dan perangkat lunak pendukung lainnya untuk membuat model 3D yang kemungkinan pembuatan hasil perhitungan QTO 5D secara otomatis.

Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Mengetahui dan menganalisis perhitungan QTO menggunakan BIM adalah tujuan dari penelitian ini, mengetahui dan menganalisis perhitungan QTO dengan cara konvensional, serta mengetahui seberapa besar selisih perhitungan QTO antara menggunakan cara konvensional dengan cara BIM. Manfaat dari penelitian ini dapat melakukan monitoring pekerjaan sehingga pekerjaan tersebut lebih efisien, memberikan pengetahuan kepada pembaca bahwasannya terdapat selisih antara menggunakan cara konvensional dan cara BIM, lebih jauh lagi, BIM diharapkan dapat mengurangi ketidakakuratan dalam estimasi *quantity take-off* (QTO), yang dapat menyebabkan kesalahan dalam memperkirakan biaya proyek.

Landasan Teori

Jalan Tol

Berdasarkan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021) No. 17 Tahun 2021 tentang Perubahan Keempat atas Peraturan Pemerintah No. 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol, disebutkan bahwa Jalan Tol adalah komponen system jaringan jalan yang tergolong jalan nasional dan memerlukan pembayaran tol dari pengguna. Pemerintah membangun Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) dengan tujuan untuk meningkatkan infrastruktur transportasi di Pulau Sumatera dan memperkuat perekonomian nasional.

Building Information Modelling (BIM)

BIM adalah representasi digital yang secara akurat menggambarkan atribut fisik dan fungsional suatu struktur. Oleh karena itu, BIM mencakup data yang berkaitan dengan banyak komponen suatu struktur, membantu individu dalam membuat pilihan yang tepat di setiap tahap keberadaan suatu bangunan, mulai dari

konsep awal hingga pembongkaran akhirnya (Damayanti et al., 2023). Lebih jauh lagi, BIM adalah proses teknologi transformatif yang dengan cepat mengubah pemahaman kita tentang konstruksi, pengoperasian, dan desain suatu struktur (Khoirul Amin & Agus Suroso, 2022).

Manfaat penggunaan BIM

Menurut (Antoni et al., 2023) keuntungan penerapan BIM dalam suatu proyek antara lain: meningkatkan pemahaman visual dan analisis desain, mencegah kesalahan desain, dan mengurangi bahaya diseluruh fase perencanaan dan pelaksanaan, meningkatkan efisiensi dan produktivitas konstruksi, meningkatkan ketepatan dalam memperkirakan jumlah pekerjaan, dan memfasilitasi manajemen waktu konstruksi bagi pelaksana.

Tingkatan BIM

Menurut (Suwarni & Anondho, 2021) BIM terdiri dari beberapa tingkatan dalam pemrosesnya diantaranya yaitu 3D (Objek pemodelan parametric), 4D (*Schedulling*), 5D (*Estimating*), 6D (Mempertimbangkan dampak lingkungan), dan 7D (*Facility Management*).

Quantity Take-Off (QTO)

QTO berdasarkan pemodelan BIM adalah metode yang lebih cepat dan lebih andal dibandingkan pendekatan QTO berbasis 2D konvensional, namun kualitas model BIM mempengaruhi keakuratan kuantitas yang di ekstraksi (Khosakitchalart et al., 2019). Selain itu, perubahan yang sering terjadi dalam pemodelan desain berdampak signifikan pada biaya dan efektivitas sumber daya manusia. Modifikasi ini juga dapat mempengaruhi kuantitas pekerjaan yang tercantum dalam daftar kuantitas dan biaya (BoQ) dan menyebabkan kurangnya daya saing dan kelayakan dalam harga yang diusulkan (Travis et al., 2021). Dalam estimasi berbasis elemen, perbedaan kuantitas yang diambil dari komponen bangunan dapat menghambat konsistensi kuantitas, karena kuantitas yang digunakan untuk menghasilkan BoQ pada tahap desain berfungsi sebagai dasar untuk menentukan harga tender dan membandingkan kesesuaian biaya konstruksi ketika menyelesaikan kontrak umum, maka pengukuran yang akurat sangatlah penting (Kim et al., 2019).

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) digunakan untuk menghitung biaya-biaya yang berhubungan dengan material, tenaga kerja, peralatan, dan pengeluaran - pengeluaran lain yang diperlukan untuk penyelesaian proyek (Joko, 2018) sebagaimana dinyatakan dalam (Filza Wiranti et al., 2022). Harga satuan pekerjaan yang akan dilaksanakan dihitung berdasarkan pedoman yang diberikan oleh Kementerian Pekerjaan Umum mengenai

daftar harga satuan material dan upah. RAB dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RAB = \sum(\text{Volume} \times \text{Harga Satuan}) \quad (1)$$

dengan :

RAB = Rencana Anggaran Biaya (dalam rupiah)

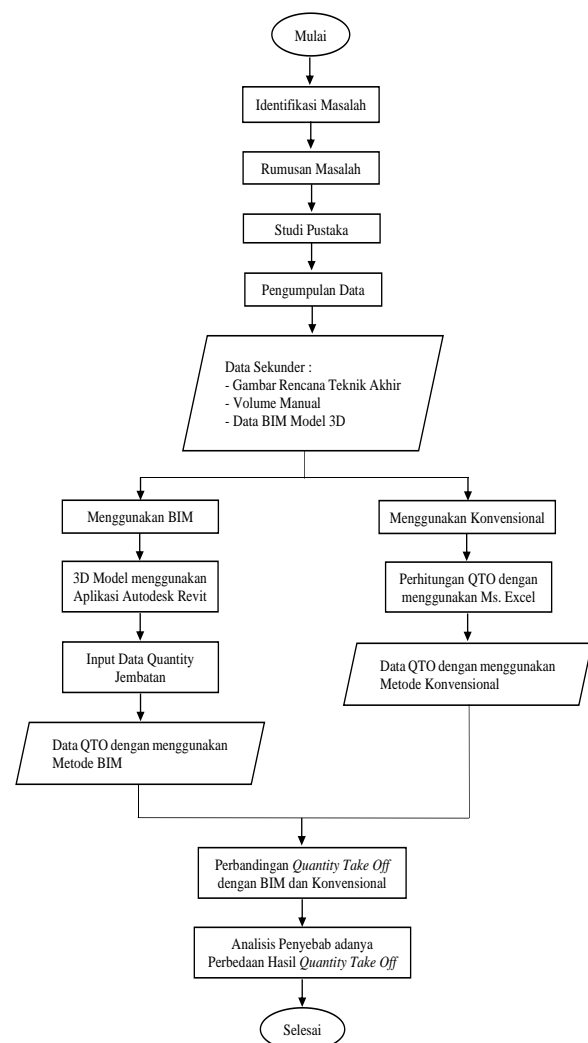
Volume = Volume pekerjaan

Harga Satuan = Harga suatu bahan per satuan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif (*quantitative research*) dengan cara menganalisis perbandingan perhitungan secara manual/konvensional, dengan menggunakan AutoCAD dan Excel, serta dengan perhitungan dilakukan menggunakan BIM.

Tahapan penelitian ini meliputi mengidentifikasi masalah, menentukan batasan masalah, merumuskan masalah, studi pustaka, pengumpulan data, analisa data, pembahasan serta kesimpulan penelitian. Berikut alur tahapan penelitian/desain penelitian yang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan perhitungan dari beberapa pekerjaan. Berikut perhitungan volume pekerjaan pengecoran beton kelas e pada jembatan *overpass* Sta. 81+750, secara konvensional:

Tabel 1. Perhitungan Volume Beton Kelas E

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
a	b	c	d	e	f	$f = d \times e \times x \times f$
10.01 (15)	A1	M3	7.10	6.40	0.10	4.54
	P1	M3	7.10	7.10	0.10	5.04
	P2	M3	7.10	7.10	0.10	5.04
	A2	M3	7.10	6.40	0.10	4.54
Total						19.17

Berikut perhitungan pekerjaan beton kelas b untuk lantai beton jembatan (Tabel 2):

Tabel 2. Perhitungan Volume Beton Kelas B Lantai Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar 1	Lebar 2	Tinggi	Unit	Volume
a	b	c	d	e	f	g	h	$i = d \times e \times g \times h$ atau $i = d \times ((e+f)/2) \times g \times h$
10.01 (4a)	A1 - P1 (L2)	M3	16.85	3.10	0.00	0.25	2.00	26.13
	A1 - P1 (L1)	M3	16.85	0.08	0.82	0.04	2.00	0.65
	P1 - P2 (L2)	M3	45.90	3.10	0.00	0.25	2.00	71.17
	P1 - P2 (L1)	M3	45.90	0.08	0.82	0.04	2.00	1.78
	P2 - A2 (L2)	M3	16.85	3.10	0.00	0.25	2.00	26.13
	P2 - A2 (L1)	M3	16.85	0.08	0.82	0.04	2.00	0.65
Total								126.50

Berikut perhitungan pekerjaan diafragma jembatan (Tabel 3):

Tabel 3. Perhitungan Volume Diafragma Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar 1	Lebar 2	Tinggi	Unit	Volume
a	b	c	d	e	f	g	h	$i = d \times ((e+f)/2) \times g \times h$ atau $i = d \times e \times g \times h$
10.01 (5)	A1 - P1 (Tepi)	M3	0.50	1.33	1.29	0.01	4.00	0.03
		M3	0.50	1.29	0.00	0.11	4.00	0.30
		M3	0.50	1.29	1.39	0.03	4.00	0.08
		M3	0.50	1.39	0.00	0.78	4.00	2.18
10.01 (5)	A1 - P1 (Tengah)	M3	0.50	1.55	0.00	0.07	4.00	0.22
		M3	0.20	1.77	1.29	0.10	2.00	0.06
		M3	0.20	1.77	0.00	0.50	2.00	0.35
		M3	0.20	1.39	1.77	0.08	2.00	0.05
10.01 (5)	P1 - P2 (Tengah)	M3	0.20	1.39	0.00	0.13	2.00	0.07
		M3	0.20	1.55	0.00	0.07	2.00	0.04
		M3	0.50	1.33	1.36	0.02	4.00	0.04
		M3	0.50	1.33	0.00	0.85	4.00	2.25
10.01 (5)	P1 - P2 (Tengah)	M3	0.50	1.13	1.33	0.04	4.00	0.10
		M3	0.50	1.13	0.00	0.15	4.00	0.34
		M3	0.50	1.29	0.00	0.05	4.00	0.13
		M3	0.20	1.23	1.73	0.25	10.00	0.74
10.01 (5)	P2 - A2 (Tepi)	M3	0.20	1.73	0.00	1.28	10.00	4.43
		M3	0.20	1.13	1.73	0.12	10.00	0.34
		M3	0.20	1.13	0.00	0.15	10.00	0.34
		M3	0.20	1.29	0.00	0.05	10.00	0.13
		M3	0.50	1.33	1.29	0.01	4.00	0.03
		M3	0.50	1.29	0.00	0.11	4.00	0.30
10.01 (5)	P2 - A2 (Tengah)	M3	0.50	1.29	1.39	0.03	4.00	0.08
		M3	0.50	1.39	0.00	0.78	4.00	2.18
		M3	0.50	1.55	0.00	0.07	4.00	0.22
		M3	0.20	1.77	1.29	0.10	2.00	0.06
		M3	0.20	1.77	0.00	0.50	2.00	0.35
		M3	0.20	1.39	1.77	0.08	2.00	0.05
10.01 (5)	P2 - A2 (Tengah)	M3	0.20	1.39	0.00	0.13	2.00	0.07
		M3	0.20	1.55	0.00	0.07	2.00	0.04
		M3	0.20	1.55	0.00	0.07	2.00	0.04
		Total						

Berikut perhitungan pekerjaan kolom jembatan (Tabel 4):

Tabel 4. Perhitungan Volume Kolom Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar 1	Lebar 2	Tinggi	Unit	Volume
a	b	c	d	e	f	g	h	$i = d \times e \times g \times h$
10.01 (7a)	P1	M3	2.50	1.50	0.00	4.96	1.00	18.60
	P2	M3	2.50	1.50	0.00	4.69	1.00	17.58
Total								36.18

Berikut perhitungan pekerjaan kepala pier jembatan:

Tabel 5. Perhitungan Volume Kepala Pier Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar 1	Lebar 2	Tinggi	Unit	Volume	
a	b	c	d	e	f	g	h	$i = d \times ((e+f)/2) \times g \times h$ atau $i = d \times e \times g \times h$	
10.01 (5a)	P1 (Bag. A)	M3	1.50	2.50	5.90	1.00	2.00	6.30	
	P1 (Bag. B)	M3	5.90	1.50	2.00	0.40	2.00	4.13	
	P1 (Bag. C)	M3	5.90	2.00	0.00	1.00	2.00	11.80	
	P1 (Bag. D)	M3	5.90	1.00	0.00	0.10	2.00	0.59	
	P1 (Bag. E)	M3	2.00	1.04	0.94	0.25	2.00	0.99	
	P2 (Bag. A)	M3	1.50	2.50	5.90	1.00	2.00	6.30	
	P2 (Bag. B)	M3	5.90	1.50	2.00	0.40	2.00	4.13	
	P3 (Bag. C)	M3	5.90	2.00	0.00	1.00	2.00	11.80	
	P2 (Bag. D)	M3	5.90	1.00	0.00	0.10	2.00	0.59	
	P2 (Bag. E)	M3	2.00	1.04	0.94	0.25	2.00	0.99	
	Total								47.62

Berikut perhitungan pekerjaan abutmen pada jembatan (Tabel 6):

Tabel 6. Perhitungan Volume Abutmen Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar	Tinggi 1	Tinggi 2	Unit	Volume (m3)	Ket
a	b	c	d	e	f	g	h	$i = d \times e \times f \times h$ atau $i = d \times e \times ((\frac{f+g}{2}) \times h)$	j
10.01 (8a)	Abutmen 1	M3	6.90	6.20	2.00	0.00	1.00	85.56	A
		M3	6.20	1.40	4.00	0.00	1.00	34.72	B
		M3	6.20	0.35	0.75	1.35	1.00	2.28	C
		M3	6.20	0.45	1.34	1.40	1.00	3.82	D
		M3	6.20	0.40	0.55	0.95	1.00	1.86	E
	Side Wall 1	M3	0.25	1.30	0.94	0.00	2.00	0.61	F
	Wingwall 1	M3	0.45	2.10	5.09	0.00	2.00	9.62	A
		M3	0.45	0.40	4.14	4.54	2.00	1.56	B
		M3	0.45	4.00	0.25	0.00	2.00	0.90	C
		M3	0.45	1.50	3.09	5.09	2.00	5.52	D
10.01 (8a)	Footing P1	M3	6.90	6.90	1.75	0.00	1.00	83.32	
10.01 (8a)	Footing P2	M3	6.90	6.90	1.75	0.00	1.00	83.32	
10.01 (8a)	Abutmen 2	M3	6.90	6.20	2.00	0.00	1.00	85.56	A
		M3	6.20	1.40	4.00	0.00	1.00	34.72	B
		M3	6.20	0.35	0.75	1.35	1.00	2.28	C
		M3	6.20	0.45	1.34	1.40	1.00	3.82	D
		M3	6.20	0.40	0.55	0.95	1.00	1.86	E
	Side Wall 2	M3	0.25	1.30	0.94	0.00	2.00	0.61	F
	Wingwall 2	M3	0.45	2.10	5.09	0.00	2.00	9.62	A
		M3	0.45	0.40	4.14	4.54	2.00	1.56	B
		M3	0.45	4.00	0.25	0.00	2.00	0.90	C
		M3	0.45	1.50	3.09	5.09	2.00	5.52	D
Total								459.52	

Berikut perhitungan pekerjaan beton penghalang jembatan (Tabel 7):

Tabel 7. Perhitungan Volume Beton Penghalang Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang (m)	Lebar 1	Lebar 2	Lebar (m)	Luas (m)	Tinggi (m)	Unit	Volume (m3)
a	b	c	d	e	f	$g = (e+f)/2$	$h = d \times g$	i	j	$k = h \times i \times j$
10.02 (2)	Parapet (Kiri)	Luar M3	79.60	0.25	0.30	0.28	21.89	0.85	1.00	18.61
	A1 – A2		79.60	0.30	0.45	0.38	29.85	0.25	1.00	7.46
	Parapet (Kanan)	Luar M3	79.60	0.00	0.00	0.45	35.82	0.10	1.00	3.58
	A1 – A2		79.60	0.25	0.30	0.28	21.89	0.85	1.00	18.61
			79.60	0.30	0.45	0.38	29.85	0.25	1.00	7.46
			79.60	0.00	0.00	0.45	35.82	0.10	1.00	3.58
Total										59.30

Berikut perhitungan pekerjaan bearing pad (600x400x56) mm L=16.80 m jembatan (Tabel 8)

Tabel 8. Perhitungan Volume Bearing Pad (600x400x56) mm L=16.80 m Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Volume
a	b	c	d
10.11 (26)	OP STA 81+750	Buah	12.00
Total			12.00

Berikut perhitungan pekerjaan bearing pad (620x600x68) mm L=45.80 m jembatan (Tabel 9):

Tabel 9. Perhitungan Volume Bearing Pad (620x600x68) mm L=45.80 m Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Volume
a	b	c	d
10.11 (24h)	OP STA 81+750	Buah	6.00
Total			6.00

Berikut perhitungan pekerjaan Gelagar PC-I 16.80 m jembatan (Tabel 10):

Tabel 10. Perhitungan Volume Gelagar PC-I 16.80 m Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Volume
a	b	c	d
10.03 (19)	OP STA 81+750	Buah	6.00
Total			6.00

Berikut perhitungan pekerjaan Gelagar PC-I 45.80 m jembatan (Tabel 11):

Tabel 11. Perhitungan Volume Gelagar PC-I 45.80 m Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Volume
a	b	c	d
10.03 (27)	OP STA 81+750	Buah	3.00
Total			3.00

Berikut perhitungan pekerjaan corrugated steel plate jembatan (Tabel 12):

Tabel 12. Perhitungan Volume corrugated steel plate Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar	Jumlah	Volume
a	b	c	d	e	f	$g = d \times e \times f$
10.03 (32)	A1 – P1 (L1)	M2	7.65	1.54	4.00	47.12
	P1 – P2 (L1)	M2	7.15	1.28	4.00	36.61
	P1 – P2 (L2)	M2	7.30	1.28	8.00	74.75
	P2 – A2 (L1)	M2	7.65	1.54	4.00	47.12
Total						205.61

Berikut perhitungan pekerjaan drainase deck drain tipe 1 jembatan (Tabel 13):

Tabel 13. Perhitungan Volume drainase deck drain tipe 1 Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Volume	Jumlah	Volume Total	Ket
a	b	c	d	e	$f = d \times e$	g
10.12 (3)	A1 – P1	Buah	4.00	2.00	8.00	Kanan & Kiri
	P1 – P2	Buah	6.00	4.00	24.00	Kanan & Kiri
	P2 – A2	Buah	4.00	2.00	8.00	Kanan & Kiri
Total					40.00	

Berikut perhitungan pekerjaan asphalt concrete wearing course (acwc) jembatan (Tabel 14):

Tabel 14. Perhitungan Volume Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) Jembatan

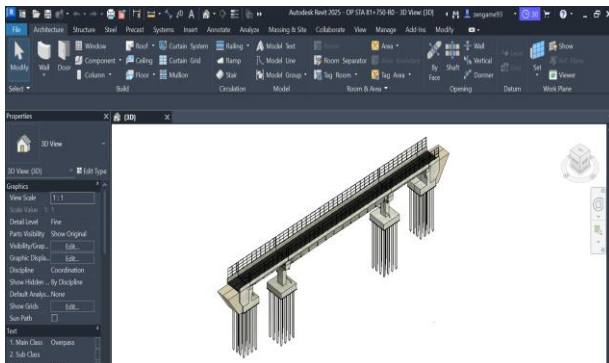
No. Item	Lokasi	Sat	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat	Volume	Aspal	ACWC
a	b	c	d	e	f	$g = d \times e \times f$	Jenis	$h = g \times h$	$j = i \times 6\%$	$k = i - j$
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(kg/m3)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
9.07 (3)	Overpass	Ton	88.40	5.00	0.05	22.10	2.30	50.83	3.05	47.78
	STA 81+750									
Total										47.78

Berikut perhitungan pekerjaan *chainlink fence* jembatan (Tabel 15):

Tabel 15. Perhitungan Volume *Chainlink Fence* Jembatan

No. Item	Lokasi	Sat	Panjang
a	b	c	d
12.06 (12)	<i>Chainlink Fence Overpass</i> STA 81+750 (Sisi Kanan)	M'	88.80
	<i>Chainlink Fence Overpass</i> STA 81+750 (Sisi Kiri)	M'	88.80
Total			177.60

Perhitungan menggunakan metode BIM dengan cara menginput data kemudian diolah sehingga didapatkan model gambar 3 Dimensi (3D) dari jembatan *overpass* STA 81+750, Gambar 3. terlampir sebagai berikut :



Gambar 3. 3D *Modelling Overpass* STA 81+750

Perhitungan *modelling* pada Metode BIM didapatkan salah satunya pada pekerjaan beton kelas E, sebagai berikut (Tabel 16):

Tabel 16. Perhitungan BIM pada Pekerjaan Beton Kelas E

<BoQ Beton Kelas E>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
LC ABT1	81+750	Beton Struktur Kelas E	Beton - Kelas E	m3	844812.00	4.54	3838825.71
LC P1	81+750	Beton Struktur Kelas E	Beton - Kelas E	m3	844812.00	5.04	4258697.28
LC P2	81+750	Beton Struktur Kelas E	Beton - Kelas E	m3	844812.00	5.04	4258697.28
LC ABT2	81+750	Beton Struktur Kelas E	Beton - Kelas E	m3	844812.00	4.54	3838825.71
Grand total: 4						19.17	16195045.98

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan beton kelas b untuk lantai jembatan (Tabel 17):

Tabel 17. Perhitungan BIM pada Pekerjaan Beton Kelas B Lantai Jembatan

<BoQ Beton Kelas B Lantai Beton>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Lantai Beton ABT1-P1	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-1a	Beton - Kelas B	m3	1376142.00	26.98	37132212.51
Lantai Beton P1-P2	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-1a	Beton - Kelas B	m3	1376142.00	73.38	100974793.68
Lantai Beton P2-ABT2	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-1a	Beton - Kelas B	m3	1376142.00	27.08	37268364.74
Grand total: 3						127.44	175375370.93

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan diafragma jembatan (Tabel 18):

Tabel 18. Perhitungan BIM pada Diafragma Jembatan

<BoQ Diafragma>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Gross Volume	Jumlah Biaya
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.3	475946.7
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.3	475946.7
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.64	1015352.96
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.64	1015352.96
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.64	1015352.96
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.59	936028.51
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.65	1031217.85
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.27	428352.03
Diafragma	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-2	Beton - Kelas B	m3	1586489.00	0.27	428352.03
Grand total: 26						14.80	23480037.20

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan kolom jembatan (Tabel 19):

Tabel 19. Perhitungan BIM pada Kolom Jembatan

<BoQ Kolom>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Kolom P1	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 4f	Beton - Kelas B	m3	1637008.00	18.44	30178242.48
Kolom P2	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 4f	Beton - Kelas B	m3	1637008.00	17.58	28772461.86
Grand total: 2						36.01	58950704.34

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan kepala pier jembatan (Tabel 20):

Tabel 20. Perhitungan BIM pada Kepala Pier Jembatan

<BoQ Beton Kelas B Kepala Pier>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.33	555336.65
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.32	554351.59
Pierhead P2	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	6.3	10764998.44
Pierhead P2	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	16.51	28203073.63
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.48	812713.99
Pierhead P1	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	6.3	10764998.44
Pierhead P1	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	16.51	28203073.63
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.48	812713.99
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.48	812713.99
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.48	812713.99
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.33	555336.65
Cover Girder	81+750	Beton Struktur Kelas B-1-3a	Beton - Kelas B	m3	1708782.00	0.32	554351.59
Grand total: 12						48.81	83406376.57

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan abutmen jembatan (Tabel 21):

Tabel 21. Perhitungan BIM pada Abutmen Jembatan

<BoQ Beton Struktur Kelas B - 1 - 6 >							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
ABT1	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	128.19	176407643
Wingwall ABT1	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	9.57	13169678.94
Wingwall ABT1	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	9.56	13155917.52
Pilecap P1	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	83.32	114660151.4
Pilecap P2	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	83.32	114660151.4
ABT2	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	128.19	176407643
Wingwall ABT2	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	9.57	13169678.94
Wingwall ABT2	81+750	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6	Beton - Kelas B	m ³	1376142.00	9.56	13155917.52
Grand total: 8						461.28	634786781.76

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan beton penghalang jembatan (Tabel 22):

Tabel 22. Perhitungan BIM pada Beton Penghalang Jembatan

<BoQ Beton Penghalang>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	16.94	22812173.62
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	16.94	22812173.62
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	6.21	8369114.51
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	6.21	8369114.42
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	6.21	8364827.66
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	6.21	8364827.66
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	1.65	2216127.54
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	1.65	2216344.10
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	1.65	2216049.93
Parapet	81+750	Beton Struktur Kelas B	Beton - Kelas B	m ³	1346717.00	1.65	2216630.04
Grand total: 10						65.31	87957383.09

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan *bearing pad* (600x400x56) L=16,8m jembatan (Tabel 23):

Tabel 23. Perhitungan BIM pada Pekerjaan *Bearing Pad* (600x400x56) L=16,8m Jembatan

<Bearing pad L = 16.80 m>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Bearing pad ABT 1 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad ABT 1 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad ABT 1 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P1 Move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P1 Move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P1 Move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P2 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P2 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad P2 Fix	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad ABT 2 move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad ABT 2 move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Bearing pad ABT 2 move	81+750	Bearing Pad (600x400x56) L = 16,8m	Bearing pad	buah	3382548.00	1	3382548.00
Grand total: 12						12.00	40590576.00

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan *bearing pad* (600x400x56) L=16,8m jembatan (Tabel 24):

Tabel 24. Perhitungan BIM pada Pekerjaan *Bearing Pad* (600x400x56) L=16,8m Jembatan

<Bearing pad L = 45.80 m>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
Bearing pad P2 Move	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Bearing pad P2 Move	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Bearing pad P2 Move	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Bearing pad P1 Fix	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Bearing pad P1 Fix	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Bearing pad P1 Fix	81+750	Bearing Pad (620x600x68) L = 45,8m	Bearing pad	buah	7220393.00	1	7220393.00
Grand total: 6						6.00	43322358.00

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan *bearing pad* (600x400x56) L=45,8m jembatan (Tabel 25):

Tabel 25. Perhitungan BIM pada Pekerjaan *Bearing Pad* (600x400x56) L=45,8m Jembatan

<BoQ Girder L = 45.80 m>							
A	B	C	D	E	F	G	H
2. Sub Class	3. STA	5. Pay Item	Material	Satuan	Cost	Volume	Jumlah Biaya
PC-1 Girder P1-P2	81+750	Gelagar PC-1 bentang nominal 45.80 m, Penyediaan dan Pemasangan	Girder	buah	705949144.88	1.00	705949144.88
PC-1 Girder P1-P2	81+750	Gelagar PC-1 bentang nominal 45.80 m, Penyediaan dan Pemasangan	Girder	buah	705949144.88	1.00	705949144.88
PC-1 Girder P1-P2	81+750	Gelagar PC-1 bentang nominal 45.80 m, Penyediaan dan Pemasangan	Girder	buah	705949144.88	1.00	705949144.88
Grand total: 3						3.00	211787434.65

Berikut perhitungan *modelling* pada pekerjaan *corrugated steel plate* jembatan (Tabel 26):

Tabel 26. Perhitungan BIM pada Pekerjaan *Corrugated Steel Plate* Jembatan

dari kedua buah perhitungan. Perbandingan persentase antara metode konvensional dengan metode BIM dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \left(\frac{\text{Konvensional}-\text{BIM}}{\text{Konvensional}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Hasil perbandingan perhitungan volume antara menggunakan metode konvensional dengan menggunakan metode BIM ialah sebagai berikut item pekerjaan yang lebih besar dari hasil metode konvensional terhadap BIM yaitu pekerjaan aspal sebesar 5.90%, lantai beton 0.74%, kepala pier 2.49%, beton kelas b-1-6 sebesar 0.38%, beton penghalang sebesar 10.13%, *corrugated steel plate* 23.03%, Item pekerjaan yang lebih kecil dari hasil konvensional terhadap BIM yaitu diafragma 5.01%, kolom 0.47%, penyediaan tiang pancang 4.57%, pemancangan tiang pancang 34.51%, *chainlink fence* 0.83%. Sedangkan pekerjaan beton kelas e, Gelagar PCI, L= 16 m, Gelagar PCI, L= 45.8 m, *bearing pad* L = 16.8 m, *bearing pad* L = 45.8 m, dan *deck drain* tidak terdapat perbedaan volume.

Setelah mendapatkan perbandingan antara volume perhitungan konvensional dengan perhitungan BIM, dapat dihitung juga perbandingan biaya item pekerjaan dari kedua perhitungan tersebut. Berikut rekap perbandingan biaya item pekerjaan terlampir (Tabel 31): Tabel 31. Perbandingan Biaya Item Pekerjaan Jembatan *Overpass* Sta. 81+750

No. Item	Item Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
				Konvensional	Revit
a	b	c	d	g	h
DIV - 9	Perkerasan				
9.07 (3)	Asphalt Concrete Wearing Course	Ton	574,336	27,441,88.95	29,063,466.07
DIV - 10	Struktur Beton				
10.01 (4a)	Beton Kelas B - 1 - 1a (Lantai Beton)	m3	1,376,142	174,082,403.37	175,375,370.93
10.01 (5)	Beton Struktur Kelas B - 1 - 2 (Diafragma dari Gelagar Beton Pratekan UI)	m3	1,586,489	24,717,498.62	23,480,037.20
10.01 (5a)	Beton Struktur Kelas B - 1 - 3 (Kepala Pier Beton)	m3	1,708,728	81,373,044.82	83,406,376.57
10.01 (7a)	Beton Struktur Kelas B - 1 - 4a (Kolom Beton)	m3	1,637,008	59,226,949.44	58,950,704.34
10.01 (8a)	Beton Struktur Kelas B - 1 - 6 (Abutmen, Telapak Pier, Dinding Penahan Tanah)	m3	1,376,142	632,370,303.93	634,786,781.76
10.01 (9)	Beton Struktur Kelas B (Beton Penghalang)	m3	1,346,717	79,863,011.53	87,957,383.09
10.01 (15)	Beton Struktur Kelas E Gelagar PCI bentang nominal 16.80 m.	m3	844,812	16,195,046.04	16,195,045.98
10.03 (19)	Penyediaan dan Pemasangan Gelagar PCI bentang nominal 45.80 m.	buah	150,773,016	904,638,098.70	904,638,098.70
10.03 (27)	Penyediaan dan Pemasangan Corrugated Steel Plate	buah	705,949,145	2,117,847,434.65	2,117,847,434.65
10.03 (32)	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat Pretensioned, Dia. 60 cm	m ²	458,992	94,372,427.14	116,106,910.07
10.05 (1)	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat Pretensioned Rawa, Dia. 60 cm	m ²	1,379,071	1,387,345,426.00	1,323,908,160.00
10.05 (2)	Bearing Pad (620x600x68) L = 45.8 m	m ²	373,553	296,115,463.10	193,926,304.42
10.11 (24h)	Bearing Pad (600x400x56) L = 16.8 m	buah	7,220,393	43,322,358.00	43,322,358.00
10.11 (26)	Deck Drain Tipe 1 dengan perlengkapan	buah	3,382,548	40,590,576.00	40,590,576.00
10.12 (4)	Pekerjaan Lain - lain	buah	2,311,317	92,452,680.00	92,452,680.00
DIV - 12	Chainlink Fence	m ²	687,774	122,148,662.40	121,139,753.26
12.06 (12)				6,194,103,272.67	6,063,134,424.82
TOTAL					
PERSENTASAE					2.11%

Menurut (Fazeli et al., 2021) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis BIM yang diusulkan memiliki kinerja yang dapat diterima dalam memperkirakan biaya

proyek, selain itu perkiraan menggunakan perhitungan konvensional maupun BIM dapat berbeda jauh lebih besar dari keduanya disebabkan oleh beberapa faktor lain, yang berdampak pada biaya sebenarnya proyek, seperti pengerjaan ulang, perubahan pesanan, pemborosan material, dan keterlambatan penyelesaian proyek.

Berdasarkan hasil rekapitulasi ada beberapa faktor yang mempengaruhi persentase perbedaan volume pekerjaan. Salah satunya persentase volume metode BIM lebih besar dari pada volume metode konvensional disebabkan beberapa kendala menurut (Zahrah et al., 2023) pemodelan BIM harus dibuat serinci mungkin untuk mendapatkan perhitungan volume yang tepat, pemodelan yang seolah-olah terpotong serta titik pertemuan yang tidak mengenai pemodelan/kurang akurat, selain itu kesalahan manusia dalam pengukuran perhitungan juga dapat menyebabkan kesalahan. Menurut (Travis et al., 2021) kendala implementasi BIM yaitu kurangnya kompatibilitas perangkat lunak serta kesalahan ekstraksi QTO karena kurangnya presisi.

Pendapat dari (Khosakitchalert et al., 2019) mengatakan bahwa Ketidakakuratan besaran yang diekstraksi dari model BIM disebabkan oleh ketidaklengkapan dan ketidakbenarannya. Beberapa detail belum dibuat dalam model BIM, sementara beberapa detail dibuat menggunakan metode pemodelan yang tidak sesuai. Selain itu (Khosakitchalert et al., 2019) mengungkapkan salah satu metode pemodelan yang tepat adalah dengan membuat setiap lapisan material sebagai elemen model individual sehingga tidak tumpang tindih dengan elemen model lainnya.

Perbandingan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menghasilkan total harga sebesar Rp. 6.194.103.272,67 dengan pendekatan konvensional lebih besar jumlah harga dari perhitungan metode BIM menggunakan aplikasi Revit sebesar Rp. 6.063.134.424,82. Persentase perbedaan dari jumlah harga tersebut yaitu sebesar 2.11% lebih sedikit antara metode BIM dari pada metode konvensional. Penelitian (Filza Wiranti et al., 2022) menyebutkan bahwa hasil perbandingan RAB menggunakan BIM lebih sedikit 0.03% dari pada konvensional. Berdasarkan penelitian (Pratoom, 2016) sebagaimana dinyatakan dalam (Yadi et al., 2023) menyebutkan hasilnya dari QTO menggunakan BIM didapatkan 17.76% lebih rendah dari pada konvensional. Hal ini selaras dengan penelitian terdahulu menurut (Yadi et al., 2023) dilakukan perbandingan antara temuan QTO yang diperoleh dengan menggunakan pendekatan konvensional dan metode BIM. Penelitian tersebut menemukan bahwa QTO yang diperoleh dengan menggunakan metode BIM lebih rendah 35.36% dibandingkan dengan QTO yang diperoleh dengan cara konvensional, sehingga berdasarkan penelitian-penelitian

terdahulu dan penelitian yang dilakukan ini menyebutkan bahwa perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan efisiensi dan meminimalisir kesalahan perhitungan dengan menggunakan metode BIM.

Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap persentase menggunakan BIM lebih rendah dibandingkan dengan konvensional diantaranya yaitu salah satu penyebabnya, sebagaimana dikemukakan oleh (Filza Wiranti et al., 2022), adalah kesalahan perhitungan yang umum terjadi akibat desain yang tidak seimbang/miring. Menurut (Zahrah et al., 2023) ketidakteelitian dalam teknik pengukuran manual dan BIM dapat memberikan pemodelan dalam bentuk objek daripada garis. Selain itu penelitian (Travis et al., 2021) membuktikan bahwa perhitungan volume berbasis CAD konvensional tidak akurat, yang menyebabkan volume akhir yang salah. Menurut (Yadi et al., 2023) pemodelan informasi bangunan (BIM) dapat mengidentifikasi potensi bentrokan antara bidang sebelum konstruksi dimulai, yang membantu proses pelaksanaan konstruksi.

Studi ini mengungkapkan bahwa faktor pemodelan informasi bangunan (BIM) bergantung pada gambar yang dimodelkan untuk perhitungan volume yang lebih akurat daripada metode konvensional. BIM juga memperhitungkan komponen yang terpasang daripada material yang tersisa, menjadikannya pilihan yang baik untuk perhitungan proyek awal yang bertujuan untuk mengendalikan efisiensi dan produktivitas. Memverifikasi dan memvalidasi data yang disediakan melalui BIM masih memerlukan perhitungan manusia, meskipun perhitungan volume berbasis BIM lebih akurat (Zahrah et al., 2023).

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan persentase perbedaan dari jumlah harga tersebut yaitu sebesar 2.11% lebih sedikit antara metode BIM dari pada metode konvensional. Perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan efisiensi dan meminimalisir kesalahan perhitungan dengan menggunakan metode BIM.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada pimpinan maupun staf perusahaan PT. Waskita Sriwijaya Tol, dan semua pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Antoni, F. A., Despa, D., & Widyawati, R. (2023). Peran Implementasi Building Information Modelling

(BIM) Terhadap Kinerja Proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*, 3(1), 35145. <https://doi.org/10.23960/snip.v3i1.403>

Damayanti, D., Vella, L., & Nazar, M. (2023). *Evaluasi Terhadap Implementasi Building Information Modelling (Bim) Sebagai Strategi Percepatan Perencanaan Pada Proyek Konstruksi Jalan Tol (Studi Kasus proyek pembangunan jalan tol Sigli Banda Aceh)*.

Despa, D., Novalia, A., & Purba, A. (2023). Review Desain Pekerjaan Struktur Saluran Pasangan Batu Kali (DS-5) dengan Saluran Pracetak Sebagai Sarana Pendukung Jalan di Area Tol Kayuagung Palembang Betung Paket II Seksi 3. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 4(1), 7–12. <https://doi.org/10.23960/jpi.v4n1.91>

Fazeli, A., Dashti, M. S., Jalaei, F., & Khanzadi, M. (2021). An integrated BIM-based approach for cost estimation in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(9), 2828–2854. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0027>

Filza Wiranti, Sartika Nisumanti, & Khodijah Al Qubro. (2022). Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building Information Modeling (Bim) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Prabumulih. *JURNAL REKAYASA*, 12(2), 192–202. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v12i2.134>

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Implementasi Building Information Modelling (Bim) Pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.

https://binamarga.pu.go.id/index.php/konten/ebook_show/nspk/1968_12pbm2023-pedoman-implementasi-building-information-modelling-bim-pada-lingkup-pekerjaan-konstruksi-jalan-dan-jembatan-

Khoirul Amin, H., & Agus Suroso. (2022). Faktor faktor penghambat penerapan teknologi building information modelling pada tahap perencanaan proyek jalan tol. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 10(1), 91–100. <https://doi.org/10.37373/tekno.v10i1.383>

Khosakitchalert, C., Yabuki, N., & Fukuda, T. (2019). Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements. *Automation in Construction*, 106, 102891. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102891>

- Kim, S., Chin, S., & Kwon, S. (2019). A Discrepancy Analysis of BIM-Based Quantity Take-Off for Building Interior Components. *Journal of Management in Engineering*, 35(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000684](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000684)
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2021 Tentang Perubahan Keempat Atas Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol. In *Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia* (Issue 086093). https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176372/PP_Nomor_17_Tahun_2021.pdf
- Suwarni, A., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Kolom Beton Antara Building Information Modeling (Bim) Dengan Metode Konvensional. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 75. <https://doi.org/10.32511/juteks.v6i2.743>
- Travis, K., Martina, N., & Safri. (2021). Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol "X." *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(2), 23–31. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i2.244>
- Yadi, S., Yusuf, E., Yusuf, E., Soebandono, B., & Soebandono, B. (2023). Quantity Take Off pada Perencanaan Gedung Apartemen Menggunakan BIM Revit. *Jurnal TeKLA*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.35314/tekla.v5i1.3422>
- Zahrah, K., Lenggogeni, & Berliana, R. (2023). Implementasi Bim Dalam Perhitungan Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek RTCT Pertamina. *Jurnal Deformasi*, 8(2), 178–191. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.13407>