

Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building Information Modeling (Bim) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya – Prabumulih

Filza Wiranti¹, Sartika Nisumanti^{2*}, Khodijah Al Qubro³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang
Jl. Jendral Sudirman No.629 Km.4 Palembang 30129
E-mail Korespondensi: Sartikanisumanti@uigm.ac.id

ABSTRAK

Penerapan BIM pada proyek Pembangunan Jalan Tol merupakan upaya Kementerian PUPR dalam peningkatan daya produktifitas dan daya guna perencanaan dan pembangunan proyek konstruksi jalan bebas hambatan melalui implementasi Information and Communication Technology (ICT). Melalui Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) memberikan tugas kepada Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) untuk menerapkan BIM pada Pembangunan Jalan Tol Indralaya – Prabumulih. Dengan BIM diharapkan akan meminimalisir kesalahan dalam perhitungan QTO yang mengakibatkan kesalahan dalam penentuan biaya proyek. Metode BIM dilakukan dengan menggunakan software pendukung yaitu Autodesk Revit untuk melakukan pemodelan 3D dan 5D (QTO) yang nantinya hasil perhitungan volume metode BIM akan di bandingkan dengan perhitungan volume metode konvensional. Studi kasus dilakukan pada Box Culvert STA. 0+126 pada Pembangunan Jalan Tol Indralaya – Prabumulih. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan perbedaan volume secara keseluruhan sebesar 0,03% dimana perhitungan dengan Autodesk Revit lebih besar dibandingkan perhitungan konvensional. Persentase perbedaan pada pasangan batu kosong (Blinding Stone) sebesar 0,01%, beton struktur kelas E sebesar 0,01%, batang baja tulangan BJTD-40 sebesar 0,02%, struktur beton kelas C-2 dan urugan material berbutir (granular backfill) sebesar 0%. BIM dengan Autodesk Revit dapat melakukan perhitungan QTO secara otomatis yang sudah terintegrasi dengan desain 3Dnya, sehingga meningkatkan ketelitian dalam penentuan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Kata kunci: BIM, Penjadwalan, Pembangunan Kontruksi, Autodesk Revit, QTO

ABSTRACT

The application of BIM to the Toll Road Construction project is an effort of the Ministry of PUPR in increasing the productivity and efficiency of planning and construction of expressway construction projects through the implementation of Information and Communication Technology (ICT). Through the Toll Road Regulatory Agency (BPJT) assigned the Toll Road Business Entity (BUJT) the task of implementing BIM on the construction of the Indralaya – Prabumulih Toll Road. With BIM, it is hoped that it will minimize errors in QTO calculations which result in errors in determining project costs. The BIM method is carried out using supporting software, namely Autodesk Revit to perform 3D and 5D (QTO) modeling, which later the results of the BIM method volume calculation will be compared with the conventional volume calculation method. The case study was carried out on Box Culvert STA. 0+126 on the Construction of the Indralaya – Prabumulih Toll Road. Based on the results of the study, the overall volume difference was 0.03% where the calculation with Autodesk Revit was greater than the conventional calculation. The percentage difference in the blank masonry (Blinding Stone) is 0.01%, class E structural concrete is 0.01%, BJTD-40 reinforcing steel bars are 0.02%, class C-2 concrete structure and granular material fill backfill) by 0%. BIM with Autodesk Revit can perform QTO calculations automatically which has been integrated with its 3D design, thereby increasing accuracy in determining the Budget Plan (RAB).

Keywords: BIM, Schedule, Building Construction, Autodesk Revit, QTO

1. PENDAHULUAN

Konstruksi Infrastruktur merupakan pekerjaan yang wajib dilaksanakan untuk mendukung berkembangnya ekonomi negara (Shaputra et al, 2022). Salah satu cara mendukung berkembangnya ekonomi negara yaitu dengan peningkatan daya produksi dan daya guna dalam perencanaan dan pembangunan konstruksi jalan bebas hambatan melalui implementasi *Information and Communication Technology* (ICT), Direktorat Jenderal Bina Marga berencana untuk menerapkan Building Information Modeling (BIM) dalam proses bisnis pembangunan jalan dan jembatan. Salah satu program pemerintah yang termasuk dalam penerapan BIM yaitu pada penyelenggaraan pembangunan jalan bebas hambatan dan jalan tol yang dimulai pada tahun 2020 (Kementerian PUPR, 2019).

Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) yang dicanangkan oleh pemerintah bertujuan untuk perkembangan pembangunan infrastruktur transportasi di Pulau Sumatera serta untuk mendukung perekonomian nasional yang salah satunya adalah ruas Indralaya-Prabumulih dengan panjang 64 Km yang menghubungkan kedua Kota tersebut.

Penerapan BIM telah dilakukan sejak tahun 2021, tetapi perhitungan *Quantity Take-off* (QTO) dilakukan secara konvensional. Namun saat ini telah dilakukan penyesuaian perhitungan konvensional dengan menggunakan metode BIM. Hal ini dapat menyebabkan terjadi perubahan biaya konstruksi karena kemungkinan terdapatnya selisih pada QTO.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penggunaan BIM serta menganalisis hasil perbedaan perhitungan secara konvensional dan dengan menggunakan metode BIM. Perhitungan QTO secara konvensional menggunakan desain 2D (*AutoCAD*) dibantu dengan *Microsoft Excel* sedangkan metode BIM menggunakan software pendukung *Autodesk Revit* untuk memodelkan secara 3D sehingga akan secara otomatis mendapatkan hasil perhitungan QTO (5D). Penelitian ini dilakukan untuk memodelkan dan menghitung QTO menggunakan metode BIM dengan software *Autodesk Revit* maupun secara konvensional dengan software *AutoCAD* dan *Microsoft Excel* serta menganalisis perbedaan RAB berdasarkan QTO dari kedua metode tersebut.

A. *Building Information Modeling* (BIM)

Building Information Modeling (BIM) merupakan perkembangan yang paling menjanjikan dalam industri *Architecture, Engineering dan Construction* (AEC). Dengan teknologi BIM, keakuratan model virtual dari bangunan adalah di bangun secara digital. Mereka mendukung desain melalui fase-fasenya, dengan BIM analisis dan kontrol dapat dilakukan dengan lebih baik dari pada proses manual. Ketika selesai model yang dihasilkan berisi geometri dan data yang tepat dan data yang mendukung konstruksi, pabrikasi dan kegiatan pengadaan melalui realisasi bangunan tersebut (Huzaini, 2021).

BIM berfungsi mengakomodasi perubahan peranan dan hubungan antar tim proyek yang memberikan dasar desain baru dalam konstruksi. Integrasi proses desain dan konstruksi dengan BIM akan mendapatkan kualitas bangunan yang lebih baik dengan mengoptimalkan waktu pekerjaan sehingga biaya akan lebih rendah (Eastman et al, 2011).

Upaya peningkatan desain konstruksi dan operasional pada suatu proyek yang berfokus pada pengembangan (Heryati et al., 2019), penggunaan serta penambahan informasi pada model digital merupakan proses yang difokuskan pada *Building Information Modeling* (BIM). Pengalihan informasi karakter fisik dan fungsional dari suatu desain ke bentuk digital merupakan gambaran karakteristik dari BIM. Dapat disimpulkan digitalisasi informasi fisik dan penjelasan karakteristik dari suatu proyek merupakan proses BIM (Anwari, 2017).

Pemodelan BIM tidak terbatas pada 2D dan 3D saja, namun output dari BIM juga berupa 4D, 5D, 6D dan 7D. 3D merupakan pemodelan objek parametric, 4D merupakan urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu dan lain-lain. 5D adalah estimasi biaya, dan 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, serta 7D untuk fasilitas manajemen (KemenPUPR, 2018).

B. *Quantity Take-Off* (QTO)

Quantity Take-off (QTO) adalah perhitungan/pengukuran riangan bahan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek konstruksi berdasarkan gambar kerja, dan spesifikasi yang telah di tentukan. Prosedur yang harus dilakukan jika perhitungan menggunakan metode QTO adalah sebagai berikut:

- a) Mengklasifikasikan komponen pekerjaan.
- b) Membuat deskripsi dari komponen pekerjaan.
- c) Menentukan dimensi dari pekerjaan yang akan dilakukan.
- d) Memberi beban jam-orang
- e) Memberi beban biaya

Perhitungan QTO digunakan untuk mengestimasi rencana anggaran proyek. Banyak program yang telah dikembangkan untuk efisiensi dan keakuratan proses perhitungan. Salah satunya dengan metode BIM perhitungan QTO dapat dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi ketidak akuratan dalam estimasi QTO.

C. *Software Bim Autodesk Revit 3D*

Software BIM *Autodesk Revit 3D* adalah software pendukung dalam metode *Building Information Modeling* (BIM) yang dimiliki oleh Autodesk. Software ini digunakan untuk membuat desain bangunan struktur dengan membuat

pemodelan komponen dalam 3D dan sekaligus dapat menyajikan gambar kerja dalam bentuk 2D (Gegana, 2014). Software *Autodesk Revit* 3D dapat melakukan perhitungan quantity take-off secara cepat dan akurat (Pexng & Shen, 2012).

Pemodelan 3D memungkinkan untuk melihat desain secara lebih detail atau terperinci sehingga dapat menghindari terjadinya selisih atau kesalahan dalam perhitungan volume antara masing-masing pihak, yaitu baik quantity surveyor dari owner maupun kontraktor (Monteiro et al, 2013).

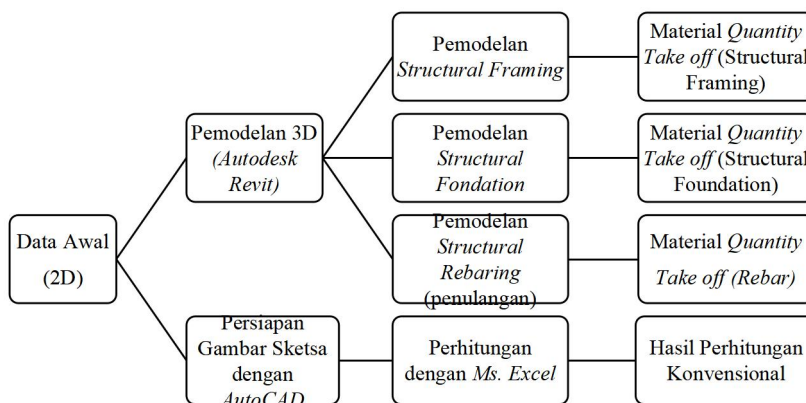
D. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan biaya bahan, biaya upah, biaya alat serta biaya lainnya yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek (Joko, 2018). Sebagai dasar perhitungan harga satuan pekerjaan yang akan di teliti digunakan dasar pedoman daftar harga satuan bahan dan upah yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum. Persamaan RAB dapat dirumuskan:

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

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk pembangunan jalan tol ruas Indralaya-Prabumulih di *Box Culvert* STA 0+126. Tahapan pelaksanaan penelitian dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Pelaksanaan Analisis Data

Hasil kuantitas pekerjaan didapatkan dengan pemodelan 3D menggunakan software Autodesk Revit. Gambar desain 2D Box Culvert STA. 0+126 yang sudah didapatkan akan dimodelkan menjadi gambar 3D. Pemodelan Box Culvert dengan Autodesk Revit menggunakan metode swap blend yang berfungsi untuk mengunci elevasi kemiringan Box Culvert. Pemodelan 3D dilakukan dengan beberapa langkah pemodelan family yaitu pemodelan *Structural Framing*, *Structural Foundation* dan *Structural Rebaring*. Pemodelan 3D dengan penambahan informasi sesuai detail dan material yang digunakan akan secara otomatis menghasilkan material *Quantity Take off* berdasarkan family yang sudah dimodelkan.

Penentuan kuantitas pekerjaan dengan perhitungan konvensional dilakukan menggunakan Ms. Excel dan AutoCAD. Perhitungan konvensional terdiri dari perhitungan volume pemasangan batu kosong, beton struktur kelas E, beton struktur kelas C-2, urugan material berbutir dan batang baja tulangan BJTD-40. Perhitungan volume pemasangan batu kosong (*blinding stone*), beton struktur kelas E, beton struktur kelas C-2 (gorong-gorong kotak), urugan material berbutir (*granular backfill*) dilakukan dengan menggunakan prinsip dasar perhitungan bangun ruang sesuai dengan bentuk Box Culvert. Sedangkan untuk perhitungan penulangan dilakukan berdasarkan desain penulangan 2D Box Cuvert STA. 0+126, selimut beton, sambungan tulangan dan berat jenis tulangan dengan SNI-03-2847 tahun 2001 dan ACI 318 sebagai acuan.

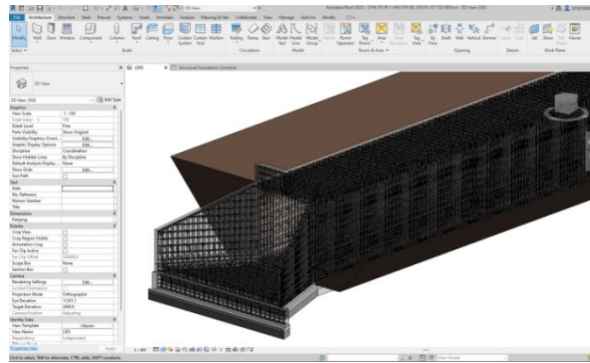
Hasil kuantitas menggunakan metode BIM dan Revit. Hasil kuantitas dengan perhitungan konvensional dianalisis berdasarkan Analisa Harga Satuan (AHS) menjadi Rencana Anggaran Biaya (RAB). Hasil akhir ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Autodesk Revit dan Konvensional	
<i>Autodesk Revit</i>	Konvensional
$RAB = Vol Revit \times \text{Harga Satuan}$	$AB = Vol Konv \times \text{Harga Satuan}$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemodelan 3D dengan Autodesk Revit

Pemodelan 3D Box Culvert STA. 0+126 dengan menggunakan software Autodesk Revit berdasarkan structural framing, foundation, dan rebaring dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. 3D Box Culvert STA. 0+126

B. Material Quantity Take-off (QTO)

Pemodelan 3D secara otomatis dapat menampilkan material QTO dengan menggunakan menu *Analyze* pada *toolbar*. Quantities dipilih berdasarkan family yang akan di tampilkan. Pemodelan semua elemen Box Culvert dibuat sesuai dengan acuan gambar 2D dan didapatkan hasil material QTO pada families *structural framing*, *structural foundation* dan *structural rebaring* sebagai berikut:

1. Structural Framing Schedule

Material QTO berdasarkan family structural framing dari pemodelan 3D Box Culvert STA. 0+126 didapatkan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. QTO Structural Framing Schedule

Structural Framing Schedule			
Model	Type	Material	Volume
Beton Struktur Kelas C-2			
Box	Box Culvert	Beton Struktur Kelas C-2	128.46 m ³
Wingwall	Wingwall Inlet	Beton Struktur Kelas C-2	5.73 m ³
Wingwall	Wingwall Inlet	Beton Struktur Kelas C-2	5.73 m ³
Beton Struktur Kelas C-2: 3			139.92 m ³
Grand total: 3			139.92 m ³

Hasil QTO pada tabel 2 untuk structural framing didapatkan volume beton kelas C-2 pada Box Culvert adalah 126,46 m³, Wingwall inlet adalah 5,73 m³ dan wingwall outlet adalah 5,73 m³, maka total kebutuhan beton C-2 pada Box Culvert STA. 0+126 sebesar 139,92 m³.

2. Structural Foundation Schedule

Hasil QTO Material QTO berdasarkan family structural foundation dari pemodelan 3D Box Culvert STA. 0+126 didapatkan hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3. QTO Structural Foundation Schedule

Structural Foundation Schedule			
Model	Type	Material	Volume
Beton Struktur kelas E			
Lean Concrete	Lean Concrete Box	Beton Struktur kelas E	14.53 m ³
Lean Concrete	Lean Concrete Inlet	Beton Struktur kelas E	1.16 m ³
Lean Concrete	Lean Concrete Outlet.	Beton Struktur kelas E	1.17 m ³
Beton Struktur kelas E: 3			16.86 m ³
Granular Backfill			
Granular Bcakfill	Granular Backfill	Granular Backfill	605.34 m ³
Granular Backfill: 1			605.34 m ³
Pasangan Batu Kosong (Blinding Stone)			
Lean Concrete	Blinding Stone Box	Pasangan Batu Kosong (Blinding Stone)	29.06 m ³
Blinding Stone	Blinding Stone Inlet	Pasangan Batu Kosong (Blinding Stone)	2.33 m ³
Blinding Stone	Blinding Stone Outlet	Pasangan Batu Kosong (Blinding Stone)	2.33 m ³
Pasangan Batu Kosong (Blinding Stone): 3			33.72 m ³
Grand total: 7			655.93 m ³

Hasil QTO keseluruhan untuk *family structural foundation* seperti pada Gambar 4 didapatkan volume dari *family structural foundation* berdasarkan pemodelan 3D *Box Culvert* STA. 0+126 untuk Beton Kelas E pada *Box Culvert* sebesar 14,53 m³, *wingwall inlet* sebesar 1,16 m³ dan *wingwall outlet* sebesar 1,17 m³, sehingga total beton kelas E adalah 16,86 m³. Untuk *granular backfill* didapatkan sebesar 605,34 m³ sedangkan pada item pekerjaan pemasangan batu kosong (*blinding stone*) pada *Box Culvert* didapatkan hasil sebesar 29,06 m³, *wingwall inlet* sebesar 2,33 m³ dan *wingwall outlet* sebesar 2,33 m³ maka volume total *blinding stone* adalah 33,72 m³.

3. Structural Rebaring Schedule

Pemodelan penulangan/ rebaring *Box Culvert* STA. 0+126 dengan Autodesk Revit mendapatkan berat total tulangan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. QTO Structural Rebaring

BAR BENDING SCHEDULE BOX									
Type	Bar Diameter	Quantity	A	B	C	Total Bar Length	Weight		
(B1) D16-150 mm	16 mm	1420	2400 mm	155 mm	155 mm	3783257 mm	5971,25 kg		
(B2) D16-200 mm	16 mm	260	12000 mm	8280 mm	0 mm	2926654 mm	4619,09 kg		
(B3) D16-150 mm	16 mm	1436	2400 mm	155 mm	155 mm	3825885 mm	6038,53 kg		
(B4) D16-200 mm	16 mm	220	12000 mm	8280 mm	0 mm	2476315 mm	3908,46 kg		
(B5) D13-400/400 mm	13 mm	810	100 mm	150 mm	100 mm	283600 mm	295,39 kg		
(B5a) D13-400/400 mm	13 mm	1620	100 mm	150 mm	100 mm	567000 mm	590,78 kg		
(B5b) D13-400/400 mm	13 mm	810	100 mm	150 mm	100 mm	283648 mm	295,44 kg		
(B6) D16-150 mm	16 mm	1432	636 mm	250 mm	250 mm	1626734 mm	2667,53 kg		
(B6a) D16-200 mm	16 mm	60	12000 mm	8280 mm	0 mm	675359 mm	1065,94 kg		
(H1) D16-200 mm	16 mm	26	150 mm	650 mm	650 mm	36510 mm	57,63 kg		
(H2) D16-200 mm	16 mm	12	2465 mm	0 mm	0 mm	29583 mm	46,69 kg		
Grand total: 102		8106				16514243 mm	25456,74 kg		
BAR BENDING SCHEDULE WINGWALL									
Type	Bar Diameter	Quantity	A	B	C	D	Total Bar Length	Weight	Weight x 2
(K1) D16-200 mm	16 mm	27	150 mm	400 mm	150 mm	400 mm	31072 mm	49,04 kg	98,08 kg
(K2) D16-200 mm	16 mm	8	5340 mm	0 mm	0 mm		42720 mm	67,43 kg	134,86 kg
(W1) D16-150 mm	16 mm	38	5280 mm	150 mm	150 mm		159639 mm	251,96 kg	503,93 kg
(W2a) D16-200 mm	16 mm	26	3100 mm	150 mm	0 mm		83905 mm	132,43 kg	264,86 kg
(W2b) D16-200 mm	16 mm	24	2202 mm	155 mm	155 mm		37239 mm	58,77 kg	117,56 kg
(W3) D16-150 mm	16 mm	76	2376 mm	155 mm	155 mm		154077 mm	243,19 kg	486,37 kg
(W4a) D16-200 mm	16 mm	28	2820 mm	150 mm	640 mm		101080 mm	159,54 kg	319,08 kg
(W4b) D16-200 mm	16 mm	24	2377 mm	150 mm	640 mm		47804 mm	75,45 kg	150,90 kg
(W5a) D13-400/400 mm	13 mm	48	100 mm	150 mm	100 mm	0 mm	16803 mm	17,51 kg	35,02 kg
(W5b) D13-400/400 mm	13 mm	60	100 mm	150 mm	100 mm	0 mm	21004 mm	21,88 kg	43,77 kg
(W6) D16-150 mm	16 mm	34	700 mm	250 mm	250 mm		40800 mm	64,40 kg	128,79 kg
(W6a) D16-200 mm	16 mm	6	640 mm	2820 mm	150 mm	0 mm	21680 mm	34,19 kg	68,37 kg
Grand total: 202		399					757802 mm	1175,79 kg	2351,57 kg

Hasil QTO *rebaring* pada Gambar 5 dari pemodelan 3D *Box Culvert* STA. 0+126 untuk badan *Box Culvert* seberat 25456,74 kg, sedangkan pada *wingwall Box Culvert* seberat 2351,57 kg, maka total berat tulangan yang dihasilkan seberat 27808,31 kg.

C. Perhitungan Konvensional

Hasil rekapitulasi perhitungan kuantitas pekerjaan *Box Culvert* STA. 0+126 dengan cara konvensional dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan Konvensional

No.item	Item Pekerjaan	Satuan	Uraian	Volume
				Konvensional
5.01 (6)	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	m3	Bawah <i>Box</i>	29,06
			<i>Outlet</i>	2,18
			<i>Inlet</i>	2,18
			Total	33,43
10.01.(14)	Beton Struktur kelas E	m3	Bawah <i>Box</i>	14,53
			<i>Outlet</i>	1,09
			<i>Inlet</i>	1,09
			Total	16,72
10.01.(11)	Beton Struktur Kelas C-2 (Gorong-gorong Kotak)	m3	Badan <i>Box</i>	128,46
			<i>Wingwall Outlet</i>	5,73
			<i>Wingwall Inlet</i>	5,73
			Total	139,92
4.05 (1)f	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	m3	Samping <i>Box</i>	605,34

			Total	605,34
			Badan Box	25.465,04
10.02.(2)	Batang Baja Tulangan BJTD-40	kg	Wingwall (<i>Outlet dan Inlet</i>)	2.395,96
			Total	27.861,00

Berdasarkan Tabel 2 hasil perhitungan konvensional yang telah dihitung sesuai dengan gambar acuan maka didapatkan volume pasangan batu kosong (*blinding stone*) sebesar 33,43 m³, beton struktur kelas E sebesar 16,72 m³, beton struktur kelas C-2 (gorong-gorong kotak) sebesar 139,92 m³, urugan material berbutir (*granular backfill*) sebesar 605,34 m³ dan batang baja tulangan BJTD-40 seberat 27861,00 kg.

D. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dari hasil perhitungan kuantitas dengan metode BIM menggunakan *Autodesk Revit* dan metode konvensional didapatkan hasil perbandingan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Kuantitas

No.item	Item Pekerjaan	Satuan	Uraian	Volume	
				Konvensional	Revit
5.01 (6)	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	m3	Bawah Box	29,06	29,06
			Outlet	2,183	2,33
			Inlet	2,183	2,33
			Total	33,43	33,72
10.01.(14)	Beton Struktur kelas E	m3	Bawah Box	14,5314	14,53
			Outlet	1,0915	1,16
			Inlet	1,0915	1,16
			Total	16,72	16,85
10.01.(11)	Beton Struktur Kelas C-2 (<i>Gorong-gorong Kotak</i>)	m3	Badan Box	128,46	128,46
			Wingwall Outlet	5,7275	5,73
			Wingwall Inlet	5,7275	5,73
			Total	139,92	139,92
4.05 (1)f	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	m3	Samping Box	605,34	605,34
			Total	605,34	605,34
			Badan Box	25465,04	25456,74
10.02.(2)	Batang Baja Tulangan BJTD-40	Kg	Wingwall (<i>Outlet dan Inlet</i>)	2395,96	2351,57
			Total	27861	27808,31

Berdasarkan Tabel 5 hasil perbandingan perhitungan didapatkan bahwa terdapat perbedaan pada beberapa item pekerjaan. Pada item pekerjaan Pasangan Batu Kosong (*Blinding Stone*) sebesar 0,01%, Beton Struktur Kelas E sebesar 0,01%, Batang Baja Tulangan BJTD-40 sebesar 0,02%. Sedangkan pada Beton struktur kelas C-2 (gorong-gorong kotak) dan Urugan Material Berbutir (*granular backfill*) tidak terdapat perbedaan volume.

E. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan RAB dari perkalian kuantitas dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan, didapatkan perbandingan Metode BIM dengan menggunakan *Autodesk Revit* dan metode konvensional dengan hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan RAB

No.item	Item Pekerjaan	Sat	Harga Satuan	Volume		Jumlah Harga Konvensional	Jumlah Harga Revit
				Konven	Revit		
5.01 (6)	Pasangan Batu Kosong	m3	Rp. 808.050	33,43	33,72	Rp. 27.013.111	Rp. 27.247.446
10.01.(14)	Beton Struktur kelas E	m3	Rp. 1.539.000	16,72	16,85	Rp. 25.732.080	Rp. 25.932.150
10.01.(11)	Beton Struktur Kelas C-2	m3	Rp. 3.158.060	139,92	139,92	Rp. 441.875.755	Rp. 441.875.755
4.05 (1)f	Urugan Material Berbutir	m3	Rp. 538.800	605,34	605,34	Rp. 326.157.192	Rp. 326.157.192
10.02.(2)	Batang Baja Tulangan	Kg	Rp. 14.640	27861	27808	Rp. 407.885.045	Rp. 407.113.658
				Total		Rp 1.228.663.184	Rp 1.228.326.201
				Deviasi		0,03%	

Dari hasil perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapatkan perbedaan harga total. Jumlah total harga konvensional adalah Rp, 1.228.663.184,56 lebih besar dari jumlah total harga Revit sebesar Rp. 1.228.326.201,60. Persentase perbedaan harga tersebut sebesar sebesar 0,03%.

F. Pembahasan Hasil Analisis

Berdasarkan hasil rekapitulasi didapatkan perbedaan kuantitas pada item pekerjaan pasangan batu kosong (*blinding stone*), beton struktur kelas E dan batang baja tulangan BJTD-40 sehingga menyebabkan perbedaan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar 0,03%. Persentase perbedaan biaya dipengaruhi oleh beberapa hal. Salah satunya diakibatkan dari kekeliruan perhitungan konvensional pada desain *Box Culvert Skew* (miring) Seperti pada perhitungan volume pasangan batu kosong (*blinding stone*) dan beton struktur kelas E pada *Box Culvert Skew* (miring) sehingga volume yang di dapat tidak akurat.

Perbedaan biaya juga dikarenakan oleh perbedaan volume konvensional pada batang baja tulangan BJTD-40. Perbedaan tulangan sebesar 0,02% terdapat pada lengkung penulangan. Pada metode konvensional, penulangan tidak memperhitungkan lengkung pada sisi tulangan. Sedangkan pada *Autodek Revit* akan secara otomatis mengkalkulasi kebutuhan panjang regangan tulangan pada saat ditekuk, maka panjang tulangan pada *Autodeks Revit* akan lebih pendek dibandingkan dengan perhitungan konvensional. Perhitungan Beton dan *Granular Backfill* pada *Box Culvert* tidak terdapat perbedaan dikarenakan mengacu pada gambar yang sama dengan adanya perbedaan volume/ kuantitas pekerjaan menyebabkan perbedaan biaya pada kedua metode ini.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik simpulan bahwa hasil perhitungan QTO dengan metode BIM dengan menggunakan Autodek Revit didapatkan perbedaan pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar 0,03% lebih besar dibandingkan dengan metode konvensional. Perbedaan tersebut dikarenakan perbedaan volume pada beberapa item Pekerjaan *Box Culvert* yang dihitung. Ditemukan perbandingan terhadap RAB dengan Autodesk Revit sebesar 0,03%. Sedangkan pada perhitungan kuantitas pekerjaan untuk item pasangan batu kosong (*Blinding Stone*) sebesar 0,01%, beton struktur kelas E sebesar 0,01%, batang baja tulangan BJTD-40 sebesar 0,02%, struktur beton kelas C-2 dan urugan material berbutir (*granular backfill*) sebesar 0%. Perbedaan yang terjadi disebabkan oleh kurang telitnya perhitungan konvensional sehingga hasilnya kurang akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah membantu dalam pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwari, N., & Nadim, M. H. (2017). *Quantity Surveying*. Bangladesh: Department of Civil Engineering AUST.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook A guide Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Canada: John Wiley & Sons, inc.
- Gegana, G. (2010). Autodesk revit - introduction. Dalam G. Gegana, *Autodesk revit - introduction*. Indonesia.
- Heryati, A., Menzata Z, R. A., & Afriyani, F. (2019). The impact of Occupational Health and Safety (OHS) training and compensation on employees' performance. *Test Engineering and Management*, 81(11–12), 3486–3492.
- Huzaini, S. (2021). Penerapan konsep building information modelling (BIM) 3D dalam mendukung pengestimasian biaya pekerjaan struktur. *Application the concept of building Information modelling (BIM 3D in supporting structural work cost estimation)*, 20-25.
- Joko, T. (2018). Rencana Anggaran Biaya (RAB). Kendari: Kementrian PUPR.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan dak beton bertulang antara metode BIM dengan Konvensional. *Mitra Teknik Sipil*, 271-280.
- KemenPUPR. (2018). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem teknologi building information modeling (BIM)*. Bandung: Badan pengembangan sumber daya manusia pusat pendidikan dan pelatihan sumber daya air dan konstruksi.
- KemenPUPR. (2019). Penerapan *Building Information Modeling (BIM)* pada penyelenggaraan jalan bebas hambatan. *Dirjen Binamarga*, (p. 1). Jakarta.
- Kilgore, R., Bergendahl, B., & Hotchkiss, R. (2010). *Culvert Design for aquatic organism passage hydraulic engineering circular number 26*. Lakewood: Federal lands highways.
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take off dengan Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*.
- L. W. Pexng, & Y. Shen, Q. L. H. (2012). Generic model for measuring benefits of BIM as a learning tool in construction tasks," *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 (2), 195-203.
- Marizan, Y. (2019). Studi Literatur Tentang Penggunaan *Software Autodesk Revit* Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Ilmiah Bering's*.

- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 104-110.
- PUPR, T. B. (2018). *Pengenalan Building Information Modeling*. Retrieved from bpsdm.pu.go.id: https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2019/08/a4dc2_Pengenalan_Building_Information_Modeling__BIM_.pdf
- Shaputra, M., Nusimanti, S., & Puspita, N. (2022). Analisis Penyebab Keterlambatan Masa Pelaksanaan pada Proyek Jalan Ruas Betung – Mangunjaya, 9 (1).