



Analisis *Quantity Take-Off* Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol “X”

Karina Travis¹, Nunung Martina², Safri³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

¹karina.travis.ts17@mhs.wpnj.ac.id*, ²nunung.martina@sipil.pnj.ac.id, ³safri@sipil.pnj.ac.id

Abstract

In large and complex construction projects, Building Information Modelling (BIM) is important in the globalization of construction technology. Through the implementation of BIM, it is hoped that the “X” Toll Road Project can minimize errors. The problems that occurs in the field is that the QTO calculation using AutoCAD with Microsoft Excel tools in the initial estimate is less accurate so that it results in a miss calculation in the implementation, BIM is expected to be a solution to this problem. A case study was conducted to compare the quantity take-off in toll road construction on Overpass Interchange “X” and Access Roads using BIM and conventional. Data analysis was obtained from carrying out quantity take-off work using BIM and Conventional CAD as well as conducting interviews with BIM experts. Based on the research conducted, there are differences in the calculation of the take-off quantity between BIM and conventional, the percentage difference in the calculation obtained is the difference in earthworks $\pm 4,375\%$, structural excavation difference $\pm 1,7\%$, pavement difference $\pm 4.4\%$, structural concrete difference $\pm 0.1\%$, and other work 0% difference. BIM can streamline more actual volume, but it takes a long time for beginners to get accurate. BIM is influenced by the level of modeling detail, if the modeling is not modeled properly, it will give wrong volume calculation results. Compared to conventional methods, using BIM at the beginning of planning is very effective in preventing re-design as well as inefficient designs and miss calculations.

Keywords: BIM, conventional CAD, quantity take-off

Abstrak

Pada proyek konstruksi besar dan kompleks, BIM (*Building Information Modelling*) merupakan hal penting dalam globalisasi teknologi konstruksi. Melalui penerapan BIM diharapkan pada Proyek Jalan Tol “X” dapat meminimalisir kesalahan. Masalah yang terjadi dilapangan terdapat perhitungan QTO menggunakan AutoCAD dengan alat bantu Microsoft Excel dalam estimasi awal kurang akurat sehingga menghasilkan *miss* kalkulasi pada pelaksanaan, BIM diharapkan dapat menjadi solusi untuk masalah ini. Dilakukan studi kasus untuk mengetahui perbandingan *quantity take-off* pada konstruksi jalan tol pada *Overpass Interchange* “X” dan Jalan Akses menggunakan BIM dan konvensional. Data analisis diperoleh dari melakukan pekerjaan *quantity take-off* dengan berbasis BIM dan CAD Konvensional serta melakukan wawancara kepada pakar BIM. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat perbedaan perhitungan *quantity take-off* antara BIM dan manual menggunakan CAD konvensional, Persentase perbedaan perhitungan yang didapatkan yaitu pada pekerjaan tanah selisih $\pm 4,375\%$, galian struktur selisih $\pm 1,7\%$, perkerasan selisih $\pm 4,4\%$, struktur beton selisih $\pm 0,1\%$, dan pekerjaan lain-lain selisih 0%. BIM dapat mengefisienkan volume lebih aktual, namun membutuhkan waktu yang cukup lama untuk pemula dalam mendapatkan keakuratan. BIM dipengaruhi oleh tingkat ke-detailed pemodelan, jika pemodelan tidak dimodelkan dengan benar maka akan memberikan hasil perhitungan volume yang salah. Menggunakan BIM pada awal perencanaan sangat efektif dalam mencegah terjadinya re-desain serta desain yang tidak efisien dan *miss* kalkulasi.

Kata kunci: BIM, CAD konvensional, *quantity take-off*

Diterima Redaksi : 09-09-2021 | Selesai Revisi : 03-11-2021 | Diterbitkan Online : 01-12-2021

1. Pendahuluan

Quantity Surveying pada Proyek Jalan Tol “X” melakukan perhitungan QTO secara manual dengan menggunakan Autocad dan alat bantu Microsoft Excel dalam estimasi awal, menyebabkan belum terintegrasinya antara *drawing-quantity-schedule-cost* yang mengakibatkan terjadinya *miss* kalkulasi.

Quantity Take Off (QTO) diaplikasikan hampir di semua fase proyek konstruksi, oleh karena itu pekerjaan QTO harus dilakukan secara akurat dan konsisten [1]. Pemodelan desain yang berubah-ubah sangat mempengaruhi biaya dan SDM yang tidak efisien, serta dapat mempengaruhi volume pekerjaan yang dikemas dalam BoQ dan mengakibatkan

kurangnya daya saing serta kelayakan harga penawaran. Dampak kesalahan dalam *quantity surveying* berdampak signifikan pada biaya proyek [2][3]. Beberapa faktor yang menyebabkan kurangnya keakuratan perhitungan QTO berbasis CAD konvensional yaitu kesalahan dalam pemindahan data antar *file*, resiko perhitungan ganda dan elemen yang hilang, gambar 2D mengandung banyak kesalahan yang menyebabkan masalah lebih lanjut [4]. Dengan mengimplementasikan BIM merupakan salah satu cara untuk mendukung pertumbuhan infrastruktur dinegara ini karena dapat meminimalisir kesalahan dalam proyek konstruksi [5][6]. Pada proyek Jalan Tol “X” ini merupakan jenis pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan yang wajib untuk menerapkan BIM hal ini sesuai dengan Surat Edaran No. 11/SE/Db/2021 tentang Penerapan *Building Information Modelling* Pada Perencanaan Teknis, Konstruksi Dan Pemeliharaan Jalan Dan Jembatan Di Direktorat Jenderal Bina Marga [7].

Menggunakan aplikasi konvensional membutuhkan waktu lebih lama karena aplikasi ini tidak dapat saling terintegrasi. Dibandingkan dengan penggunaan BIM, hal ini akan mempengaruhi biaya dan SDM yang dibutuhkan untuk menggunakan aplikasi dalam perencanaan proyek. BIM mendorong pertukaran model 3D antar disiplin ilmu yang berbeda, sehingga proses pertukaran informasi menjadi lebih efisien selama proses suatu konstruksi [8][9]. Implementasi BIM *quantity take off* memungkinkan integrasi antara model 3D dengan semua pihak yang terlibat dalam proses konstruksi dengan manfaat berupa perhitungan volume dan biaya yang sebelumnya dapat diketahui pada tahap perencanaan [10][11].

Hasil dari menggunakan *software* BIM akan memiliki *output* yang lebih akurat dan lebih detail dari pada menghitung QTO menggunakan metode sebelumnya. BIM merupakan perubahan paradigma menggantikan CAD konvensional [12][13]. Akan tetapi BIM juga memiliki beberapa potensi tantangan seperti resistensi terhadap perubahan budaya, adaptasi alur kerja yang ada untuk program berorientasi lean, pelatihan staf, pemahaman tanggung jawab, dan kurangnya staf yang berkualitas [14][15]. Beberapa hambatan lain yaitu kompleksitas perangkat lunak adalah salah satu kelemahan menggunakan BIM untuk QTO [16].

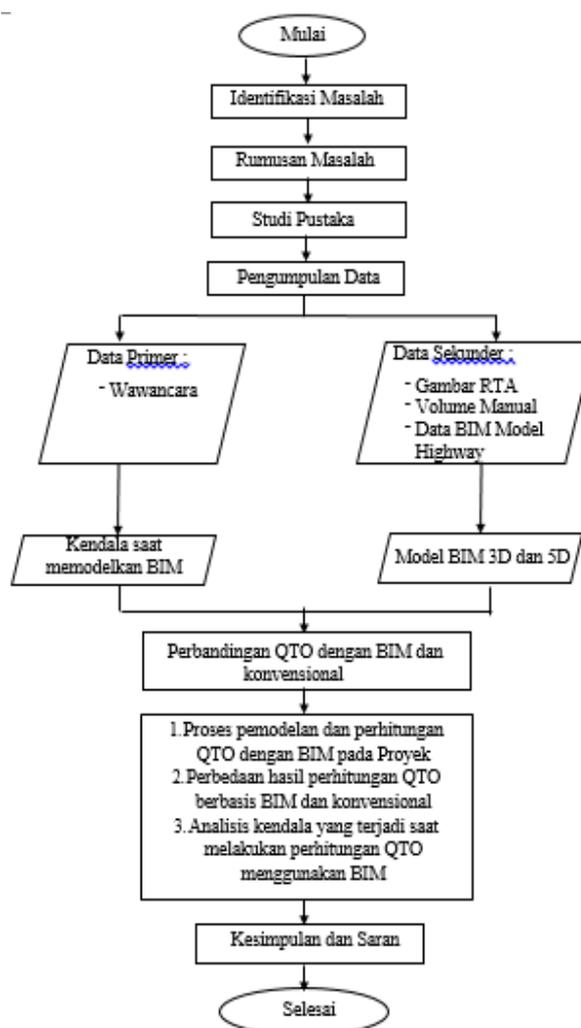
Software BIM yang digunakan pada penelitian ini adalah Autodesk Civil 3D 2021 dan Autodesk Revit 2021, kedua *software* ini dapat melakukan perhitungan *quantity take-off* secara cepat dan akurat [17].

Tujuan dari penelitian ini untuk menguraikan faktor-faktor yang terjadi pada permasalahan dari analisis *quantity take-off* secara manual dengan menggunakan aplikasi 2D tradisional Autocad dan alat bantu Microsoft Excel dalam pengestimasi awal pada Proyek Pembangunan Jalan Tol “X” dan mengetahui

keunggulan serta kendala dari *software* Autodesk Civil 3D dan Autodesk Revit, sebagai salah satu *tools* BIM agar dapat melakukan keakuratan dan mempermudah analisis *quantity take-off*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Lokasi penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan Jalan Tol “X”. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan perhitungan *quantity take off* menggunakan berbasis BIM dan CAD konvensional serta melakukan wawancara untuk menemukan kendala dalam penggunaan BIM. Berdasarkan kajian pustaka diperoleh kerangka diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1. Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data

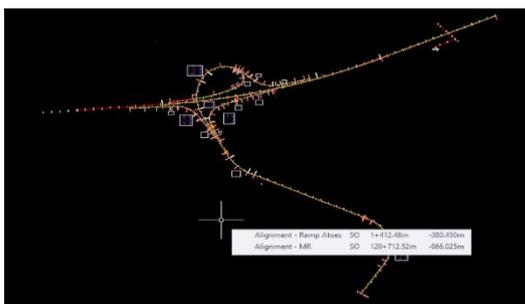
Data primer yang digunakan adalah hasil wawancara untuk mengetahui kendala dari penerapan BIM. Data sekunder yang digunakan yaitu Gambar RTA, data perhitungan volume secara manual dan data BIM Model *highway*. *Input* pada BIM yaitu memerlukan

gambar RTA dan data BIM Model *highway* yang berasal dari proyek, dalam format PDF maupun DWG. Proses pada BIM yaitu dengan memodelkan jalan akses dan struktur *overpass*. Yang terakhir yaitu *output* model yang dihasilkan oleh BIM akan merepresentasikan bentuk digital dari jalan akses dan struktur *overpass*. BIM yang digunakan pada penelitian ini telah memiliki fitur untuk merekapitulasi hasil *quantity take off*. Hasil tersebut berupa total volume dan juga luas permukaannya. Selanjutnya dihitung persentase perbedaan hasil perhitungan QTO berbasis CAD konvensional dan BIM.

2.2. Pemodelan 3D Jalan Akses/At Grade

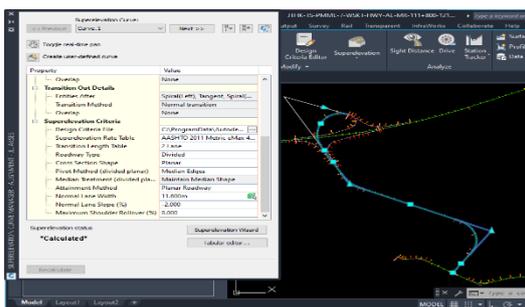
Untuk pemodelan pekerjaan *civilwork* pada jalan akses/*at grade* akan dilakukan dengan perangkat lunak Autodesk Civil 3D. *Output* dari pemodelan ini adalah file .DWG yang berisi seluruh data dari pemodelan yang sudah dikerjakan. Untuk merencanakan *highways* menggunakan Autodesk Civil3D terdapat tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Membuat *alignment horizontal at grade* seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Membuat *Alignment Horizontal*

2. Membuat *superelevasi* seperti yang terlihat pada Gambar 3.



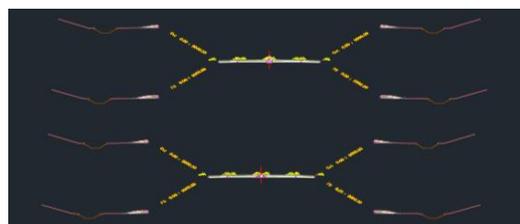
Gambar 3 Membuat *Superelevasi*

3. Membuat *layout profile* rencana (*alignment vertical*) seperti yang terlihat pada Gambar 4.



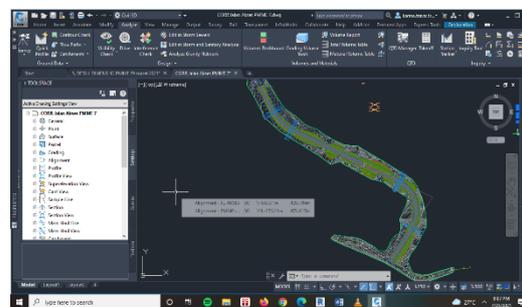
Gambar 4 Membuat *Alignment Vertical*

4. Membuat *subassembly* seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Membuat *Subassembly*

5. Membuat *corridor* seperti yang terlihat Pada Gambar 6.

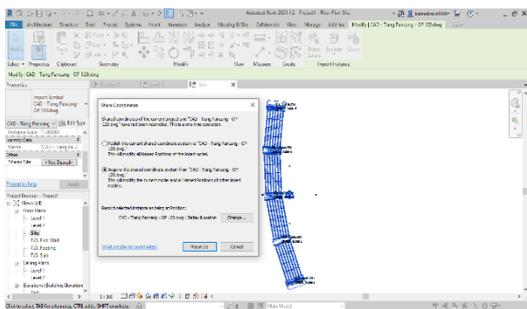


Gambar 6 Membuat *Corridor* Jalan Akses

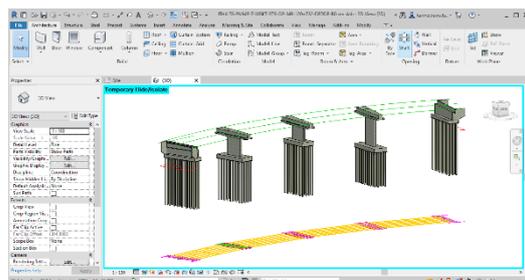
2.3 Pemodelan 3D Struktur *Overpass*

Pemodelan 3D pekerjaan struktur pada *overpass* akan dilakukan dengan perangkat lunak Autodesk Revit. Pada pemodelan 3D akan dibuat berdasarkan dari dokumen RTA. *Output* dari pemodelan ini adalah file .RVT yang berisi seluruh data dari pemodelan yang sudah dikerjakan. Untuk merencanakan struktur *overpass* menggunakan Autodesk Revit terdapat tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Memasukkan plan struktur *overpass* ke Autodesk Revit seperti yang terlihat pada Gambar 7.

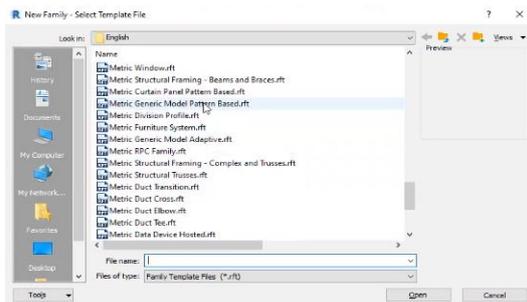


Gambar 7 Import Gambar Plan Struktur Overpass



Gambar 9 Tampilan Placing Permodelan Sub Structure Sesuai dengan Elevasi

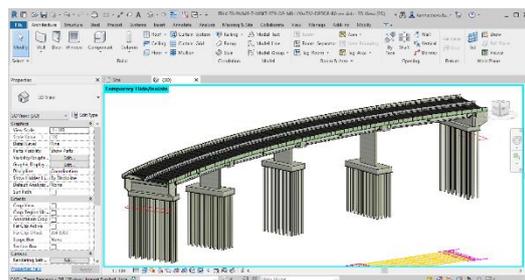
2. Lalu buat *New Family* dari setiap elemen yang akan dibuat yang selanjutnya akan di plot ke dalam gambar plan. Untuk membuat elemen *sub-structure* (pondasi tiang, kepala pondasi / *footing*, kolom pier, kepala pier / *pier head*), elemen *upper-structure* (*girder*, *diafragma*, *deck slab*, *pavement*, dan *barrier*, plat injak, *bearing pad*), struktur tanah (granular *backfill*) dan utilitas *railing*. pilih *template* sesuai dengan elemen struktur yang akan dibuat. Selanjutnya *placing family* masing-masing elemen yang sudah dibuat ke *project* sesuai dengan gambar plan. Tampilan *New Family* seperti pada Gambar 8



Gambar 8 Tampilan Template dari Family

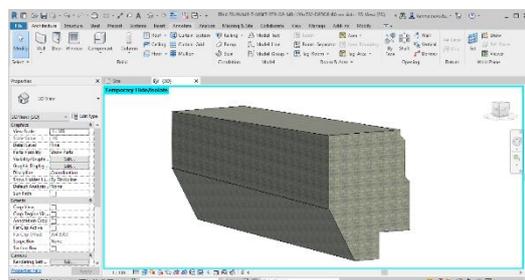
3. Membuat elemen *sub-structure* (pondasi tiang, kepala pondasi / *footing*, kolom pier, kepala pier / *pier head*) seperti yang terlihat pada Gambar 9.

4. Membuat elemen *upper-structure* (*girder*, *diafragma*, *deck slab*, *pavement*, dan *barrier*, plat injak, *bearing pad*) yang terlihat pada Gambar 10.



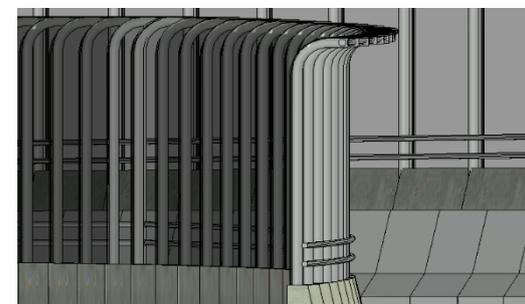
Gambar 10 Tampilan Placing Permodelan Upper Structure Sesuai dengan Elevasi

5. Membuat struktur tanah granular *backfill* yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan Permodelan Granular Backfill Sesuai dengan Elevasi

6. Membuat utilitas *railing* yang terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan Permodelan Railing Sesuai dengan Elevasi

2.4. Perhitungan Volume Pekerjaan Berbasis BIM

1. 5D QTO pada *at grade* pada menu *Generate Volume Report* menggunakan Autodesk Civil 3D seperti yang terlihat pada Gambar 13.

Material Report

Project: C:\Users\LAPTOP~1\AppData\Local\Temp\Jalan Akses PMME
 7_1_29982_6c0ba671.sv\$
 Alignment: Alignment - JL. AKSES
 Sample Line Group: Cross Section Jl Akses - 1
 Start Sta: 0+025.000
 End Sta: 2+416.651

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+025.000				
	galian	206.25	0.00	0.00
	timbunan	23.38	0.00	0.00
Station: 0+050.000				
	galian	386.95	7414.99	7414.99
	timbunan	77.70	1263.52	1263.52
Station: 0+075.000				
	galian	374.77	9521.53	16936.51
	timbunan	136.80	2681.18	3944.70
Station: 0+100.000				
	galian	395.85	9632.72	26569.23
	timbunan	166.27	3788.33	7733.03
Station: 0+125.000				
	galian	342.32	9227.08	35796.31
	timbunan	184.76	4387.86	12120.89
Station: 0+150.000				

Material Report

Project: C:\Users\LAPTOP~1\AppData\Local\Temp\Jalan Akses PMME
 7_1_29982_6c0ba671.sv\$
 Alignment: Alignment - JL. AKSES
 Sample Line Group: Cross Section Jl Akses - 1
 Start Sta: 0+025.000
 End Sta: 2+416.651

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+025.000				
	rigid	4.20	0.00	0.00
	LC	1.44	0.00	0.00
	AGREGAT	3.02	0.00	0.00
	BETON BARRIER	0.64	0.00	0.00
	TANAH ROUNDING	1.52	0.00	0.00
Station: 0+050.000				
	rigid	4.20	105.00	105.00
	LC	1.44	36.00	36.00
	AGREGAT	3.02	75.39	75.39
	BETON BARRIER	0.64	15.94	15.94
	TANAH ROUNDING	1.52	38.12	38.12
Station: 0+075.000				
	rigid	4.20	105.00	210.00
	LC	1.44	36.00	72.00
	AGREGAT	3.02	75.39	150.77

Gambar 13 Tampilan *Volume Report* Autodesk Civil 3D

2. 5D QTO pada *overpass* pada menu *Schedules/Quantities* menggunakan Autodesk Revit seperti yang terlihat pada Gambar 14.

-Multi-Category Material Takeoff-						
A	B	C	D	E	F	G
Type	Count	Item Name	Unit/Type	Volume/Qty	Material Volume	Material Name
Quantity Analyzed	13			147.24 m ³		Applied Payment
Item						
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.17	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.00	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.01	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.02	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.03	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.04	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.05	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.06	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.07	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.08	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.09	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.10	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.11	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.12	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.13	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.14	3.50 m ³	Concrete
Yang Parsang - Dia	11	Hermancangan bang panjang Tipe 0	AI	12.15	3.50 m ³	Concrete

Gambar 14 Tampilan Hasil *Quantity Take-off* Autodesk Revit

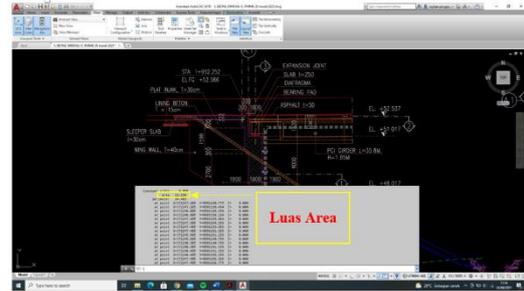
2.5. Perhitungan *Volume* Pekerjaan Berbasis CAD Konvensional

1. Pekerjaan dalam satuan panjang – m¹

Volume yang dihitung berdasarkan dari panjang konstruksi sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar.

2. Pekerjaan dalam satuan luas – m²

Dalam menghitung volume dengan satuan m³ yaitu dengan menghitung luas area dikalikan dengan tebal atau ketinggian dalam masing-masing objek yang akan dihitung. Luas area yang didapatkan dengan menggunakan *software* Autodesk Autocad menggunakan *Command* “LI” atau “AA” lalu di olah pada Microsoft Excel untuk membantu proses perhitungan volume. Luas area seperti yang terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Menghitung Luas Area Menggunakan *Command* Autocad.

3. Pekerjaan dalam satuan Kg

Volume yang dihitung beratnya sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar.

4. Pekerjaan dalam satuan - bh dihitung jumlahnya berdasarkan gambar yang ada.

2.6. Analisa Hasil Perhitungan

Seluruh hasil perhitungan *quantity take off* BIM yang menggunakan Civil 3D dan Revit yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan CAD konvensional dan menggunakan alat bantuan Microsoft Excel. Untuk mempermudah analisa, perhitungan *quantity take off* tersebut diubah dalam bentuk persentase (%) menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{volume konv} - \text{Volume BIM}}{\text{Volume BIM}} \times 100\% \quad (1)$$

2.7. Analisa Kendala yang Terjadi dalam menggunakan BIM pada QTO

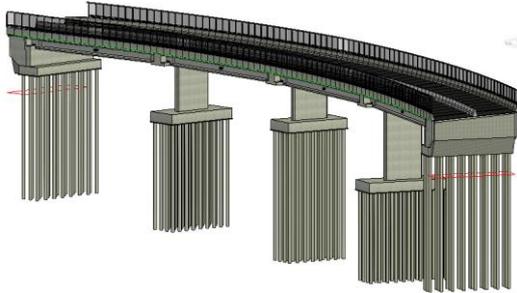
Penulis dapat menemukan kendala apa saja yang terjadi saat memodelkan BIM dan melakukan analisa QTO menggunakan BIM, maka kendala tersebut dijadikan referensi untuk ditanyakan pada pakar dengan melakukan wawancara dengan satu responden yang merupakan seorang pakar BIM pada PT X dengan jabatan BIM *Infrastructure Expert*. Dengan adanya kendala yang berasal dari pengguna BIM dapat dijadikan masukan dan dapat diantisipasi oleh pengguna BIM lainnya. Autodesk Revit dan Autodesk Civil 3D merupakan salah satu dari beberapa *software*

yang dapat digunakan untuk pekerjaan *quantity take off*. Hasil kesimpulan wawancara diperoleh untuk mendukung hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan BIM Struktur *Overpass*

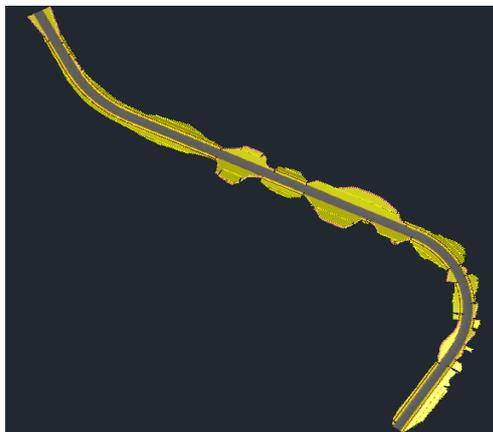
Pemodelan struktur *overpass* menggunakan *software* Autodesk Revit dengan memanfaatkan gambar RTA dari Proyek Jalan Tol “X” Hasil permodelan 3D struktur *overpass* terdapat pada Gambar 16.



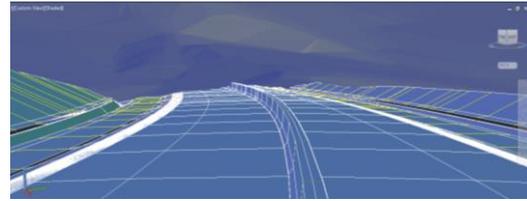
Gambar 16 Hasil Pemodelan Struktur *Overpass*

3.2. Pemodelan BIM Struktur Jalan Akses/At Grade

Pemodelan struktur Jalan Akses/At Grade menggunakan *software* Autodesk Civil 3D dengan memanfaatkan gambar tipikal potongan melintang jalan akses dari Proyek Jalan Tol “X”. Pekerjaan jalan akses terdiri dari pekerjaan galian dan timbunan, perkerasan beton, *lean concrete*, lapis drainase, tanah *rounding* jalan dan *concrete barrier*. Hasil permodelan 3D Jalan Akses terdapat pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17 Hasil Pemodelan Jalan Akses

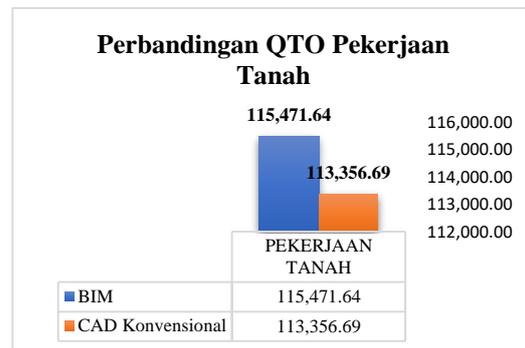


Gambar 18 Visualisasi Jalan Akses pada Autodesk Civil 3D

3.3. Analisa Perbandingan Hasil Perhitungan BIM dan Konvensional

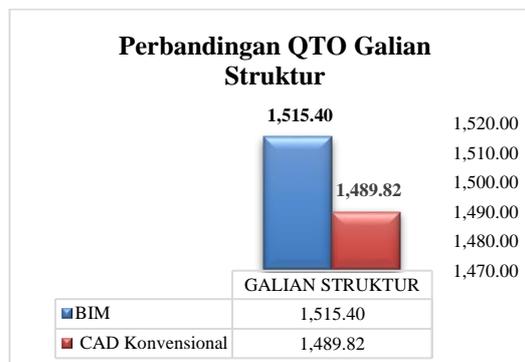
Setelah pemodelan jalan akses dan struktur *overpass* selesai dilakukan maka dilakukan proses kalkulasi atau QTO sesuai dengan model yang sudah dibuat dan diperoleh *quantity take off* dari pemodelan tersebut. Selanjutnya membandingkan hasil perhitungan *quantity take off* menggunakan BIM yaitu hasil ekstraksi dari Autodesk Civil 3D dan Autodesk Revit dengan perhitungan *quantity take off* berbasis CAD konvensional dan Microsoft Excel yang berasal dari perhitungan sendiri. Melalui BIM hasil yang diperoleh berupa data volume beton dan luas permukaannya. Perbandingan QTO BIM dan Konvensional terdapat pada Lampiran Tabel 1.

Berikut grafik rata-rata perbandingan perhitungan tiap pekerjaan pada struktur *overpass* dan jalan akses gambar 4 sampai gambar 6.



Gambar 19 Grafik Perbandingan Rata-rata QTO Pekerjaan Tanah

Dari gambar 4 didapat persentase perbedaan selisih $\pm 4,375\%$ jika dibandingkan dengan metode perhitungan berbasis CAD konvensional.



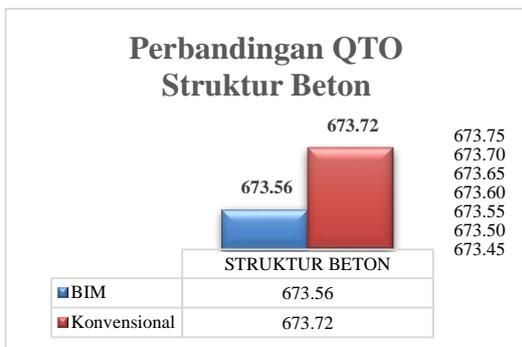
Gambar 20 Grafik Perbandingan Rata-rata QTO Galian Struktur

Dari gambar 5 didapat persentase perbedaan selisih 1,7% jika dibandingkan dengan metode perhitungan berbasis CAD konvensional.



Gambar 21 Grafik Perbandingan Rata-rata QTO Perkerasan

Dari gambar 6 didapat persentase perbedaan selisih 4,4% jika dibandingkan dengan metode perhitungan berbasis CAD konvensional.



Gambar 22 Grafik Perbandingan Rata-rata QTO Struktur Beton

Dari gambar 7 didapat persentase perbedaan selisih $\pm 0,1\%$ jika dibandingkan dengan metode perhitungan berbasis CAD konvensional.

Berdasarkan hasil rekapitulasi tabel perhitungan, terdapat beberapa hal penting yang mempengaruhi hasil perhitungan, khususnya untuk permodelan BIM 3D yaitu:

1. Karena keterbatasan waktu perhitungan dan kurangnya pemahaman tentang metode perhitungan yang akurat, perhitungan yang dilakukan secara manual menggunakan metode *average end area* di Microsoft Excel memiliki akurasi yang lebih rendah.
2. Pada *extract* QTO menggunakan Autodesk Civil 3D untuk pekerjaan tanah memiliki perbedaan perhitungan $\pm 5,4\%$, pekerjaan perkerasan perbedaan perhitungan sekitar $\pm 5,47\%$, dan galian struktur memiliki perbedaan perhitungan $\pm 1,7\%$ dari perhitungan manual berbasis CAD konvensional dan Microsoft Excel yang disebabkan pada metode berbasis CAD konvensional data ukur yang diambil tidak sesuai dengan keadaan dan kondisi lapangan sehingga sulit untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat. Metode konvensional

bisa lebih teliti jika interval jarak antar penampang irisan diperkecil, tetapi akan memakan waktu perhitungan yang lebih lama dan pada potongan memanjang gambar terkadang terdapat kesalahan proyeksi gambar. Sedangkan perhitungan menggunakan Autodesk Civil 3D menghasilkan QTO yang sangat teliti karena mendekati keadaan asli di lapangan.

3. Pada perhitungan struktur beton tidak banyak perbedaan yang signifikan karena mengacu pada gambar yang sama. Penafsiran dan asumsi yang digunakan saat melakukan perhitungan volume sama dengan yang digunakan Autodesk Revit. Perhitungan berbasis CAD konvensional mengikuti asumsi dari Autodesk Revit yaitu dengan menghitung luas area tiap elemen struktur lalu dikalikan dengan ketebalannya. Namun untuk perhitungan manual berbasis CAD konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama jika ingin mendapatkan hasil perhitungan yang akurat karena terdapat beda kemiringan yang mempengaruhi perhitungan.
4. Proses perhitungan berbasis BIM dan CAD konvensional dipengaruhi oleh faktor *human error* yang tinggi dan faktor individu yang masih ikut berperan.
5. Secara keseluruhan pengujian yang dilakukan menghasilkan selisih perbedaan perhitungan antara BIM dan konvensional dibawah 10%, dan hasil penelitian ini sesuai dengan keakuratan yang berdasarkan dari penelitian sebelumnya.

3.4. Hasil Wawancara

Dari hasil wawancara dengan seorang pakar BIM yang didapatkan, dapat disimpulkan kendala dalam penerapan BIM yaitu:

1. Kemampuan dari pihak yang akan menggunakan BIM saat akan melakukan permodelan, apabila model yang dikerjakan tidak sesuai maka akan memberikan hasil perhitungan yang salah.
2. Pada proses QTO sering terjadi *glitch* pada pekerjaan galian dan timbunan yang mengandalkan data ukur, jika kesalahan dalam pengambilan data ukur maka pemodelan akan salah. Kendala saat proses *calculate* QTO terkadang terdapat model yang menduplikasi jika pada saat memodelkan kurang teliti. Dan jika saat memodelkan tidak memasukkan informasi dengan lengkap, maka akan saat *export quantity* tidak bisa mendapatkan informasi yang dibutuhkan.
3. Waktu pemodelan yang cukup lama dalam mengoreksi model dengan data yang salah/tidak sesuai dengan desain rencana dan kesalahan pendetailan gambar yang diberikan oleh konsultan juga merupakan salah satu kendala saat memodelkan BIM. Dibutuhkan ketelitian yang sangat tinggi dalam *modelling* agar mendapatkan hasil yang didapatkan sama dengan aktual. Tingkat keakuratan dalam pekerjaan QTO

dipengaruhi oleh tingkat kedetailan dari BIM Model.

4. Penggunaan *software* yang sulit yang membutuhkan kualifikasi keahlian yang tinggi, serta membutuhkan spesifikasi perangkat yang tinggi untuk penggunaannya.
5. Lisensi *software* yang mahal, tetapi hasil yang didapatkan dari penggunaan BIM dapat memberikan keefisienan yang cukup besar khususnya untuk perhitungan QTO dan juga dapat memberikan keuntungan dari segi biaya, mutu, waktu, visualisasi, dll.
6. Output yang dikeluarkan oleh BIM masih berantakan dan perlu diolah lagi agar sesuai dengan format yang ada.
7. Semakin rumit permodelan maka akan semakin sulit BIM memproses data pada model tersebut. Hal ini mempengaruhi waktu dari pengerjaan permodelan sampai dengan hasil final. Jika permodelan BIM tidak dimodelkan dengan benar maka akan memberikan hasil perhitungan volume yang salah karena tingkat keakuratan dalam pekerjaan QTO dipengaruhi oleh tingkat kedetailan dari BIM Model tersebut. Dibutuhkan pemahaman yang tinggi kepada seluruh BIM *engineer* tentang jalan tol.

4. Kesimpulan

Autodesk Revit dan Autodesk Civil 3D dapat melakukan permodelan elemen-elemen struktur dengan baik dan dapat mempermudah perhitungan QTO karena dapat menghitung secara otomatis setelah pemodelan BIM 3D dibuat. Dengan permodelan yang berbentuk 3D memudahkan banyak pihak untuk menganalisa dan mengoreksi apabila terjadi perbedaan volume baik dari konsultan maupun *owner*, sehingga mencegah terjadinya perselisihan. Semakin rumit permodelan maka akan semakin sulit BIM memproses data pada model tersebut. Hal ini mempengaruhi waktu dari pengerjaan permodelan sampai dengan hasil final.

Pada item pekerjaan struktur *overpass* yang dihitung sebanyak 20 item. Pada item pekerjaan jalan akses yang dihitung sebanyak 7 item. Ditemukan perbandingan hasil perhitungan *quantity take off* dengan menggunakan BIM dan konvensional. Persentase perbedaan perhitungan yang didapatkan yaitu pada pekerjaan tanah selisih $\pm 4,375\%$, Galian struktur selisih $\pm 1,7\%$, Perkerasan selisih $\pm 4,4\%$, struktur beton selisih $\pm 0,1\%$, dan pekerjaan lain-lain 0% jika dibandingkan dengan metode perhitungan konvensional. Hal ini disebabkan kurangnya ketelitian dalam melakukan perhitungan volume berbasis CAD konvensional, sehingga volume yang dihasilkan tidak akurat.

Kendala yang ditemukan dalam penerapan BIM yaitu kurangnya pemahaman, kurangnya kompatibilitas perangkat lunak, terdapat *glitch* saat *extract* QTO yang

disebabkan kurangnya ketelitian, diperlukan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi untuk menghasilkan perhitungan QTO yang akurat, tingkat keakuratan dalam pekerjaan QTO dipengaruhi oleh tingkat kedetailan dari BIM Model tersebut, *output* yang dikeluarkan BIM perlu untuk dikeluarkan lagi.

Daftar Rujukan

- [1] M. S. Alshabab, U. Al-baath, and A. Revit, "BIM-Based Quantity Takeoff. Construction of Unique Buildings and Structures," vol. 4, no. 55, pp. 124–134, 2017.
- [2] M. H. U. Akbar, "Comparison Between the BOQ of Conventional and BIM Method on BPJS Building in Central Jakarta," *Log. J. Ranc. Bangun dan Teknol.*, vol. 21, no. 1, pp. 31–30, 2021, doi: 10.31940/logic.v21i1.2260.
- [3] A. Monteiro and J. Poças Martins, "A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design," *Autom. Constr.*, vol. 35, pp. 238–253, 2013.
- [4] H. S. J. and K. A. T. O. R. Gemunu Kulasekara, "Comparative Effectiveness Of Quantity Surveying In A Building Information Modelling Implementation," *Second World Constr. Symp. 2013 Socio-Economic Sustain. Constr.*, vol. 5, no. 14-15 June, pp. 101–107, 2013.
- [5] O. P. S. Ardianto, T. A. Kristianto, C. A. Budianto, A. A. Rucitra, and A. Wardoyo, "Evaluasi Media Presentasi Perancangan Interior Rumah Air Surabaya Berbasis Virtual Tour sebagai Usaha Penerapan Building Information Modelling pada Perancangan Interior," *J. Desain Inter.*, vol. 4, no. 1, p. 11, 2019.
- [6] R. Rafliis, B. E. Yuwono, and R. Rayshanda, "Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders," *Indones. J. Constr. Eng. Sustain. Dev.*, vol. 1, no. 2, p. 62, 2019.
- [7] SURAT EDARAN Nomor: 11/SE/Db/2021, "PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING PADA PERENCANAAN TEKNIS, KONSTRUKSI DAN PEMELIHARAAN JALAN DAN JEMBATAN DI DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA," no. 20, 2013.
- [8] H. Berlian, Cinthia Ayu; Adhi, Randy Putranto; Nugroho, "Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode BIM dan Konvensional (Studi kasus :Perencanaan Gedung 20 Lantai)," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 220–229, 2016.
- [9] H. P. Rizal Maulana Rizqy, Nunung Martina, "Perbandingan Metode Konvensional Dengan Bim Terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu," vol. 3, no. 1, pp. 15–24, 2021.
- [10] A. N. Hasan and S. M. Rasheed, "The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry," *Civ. Eng. J.*, vol. 5, no. 2, p. 412, 2019.
- [11] R. Stanley and D. Thurnell, "The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand," *Australas. J. Constr. Econ. Build.*, vol. 14, no. 1, pp. 105–117, 2014.
- [12] Y. Marizan, "Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih," *J. Ilm. Bering's*, vol. 06, no. 01, pp. 15–26, 2019.
- [13] D. Laorent, P. Nugraha, and J. Budiman, "Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit," *Dimens. Utama Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [14] Y. Arayici, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, and K. O'Reilly, "Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice," *Autom. Constr.*, vol. 20, no. 2, pp. 189–195, 2011, [Online].
- [15] K. Nyberg, "Possibilities with BIM in relation to cost estimation and scheduling," *BIM-cost Estim.*, 2014.
- [16] D. Olsen and J. M. Taylor, "Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors," *Procedia Eng.*, vol. 196, pp. 1098–1105, 2017.
- [17] Lu, W., Pexng, Y., Shen, Q., & Li, H. "Generic model for measuring benefits of BIM as a learning tool in construction tasks. Journal of Construction Engineering and Management." 139(2), 195-203. 2012

Tabel 1 Perbedaan Perhitungan QTO Manual dan BIM

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOL. MANUAL	VOL. BIM	DEV. (%)
DIV.4	PEKERJAAN TANAH				
4.03(1) a	Galian Biasa untuk Timbunan max 5 km	M ³	281594	283447	0,7%
4.05(1) a	<i>Common Borrow</i> Material 0 - 5 km (Jalan Akses)	M ³	169533	175961	3,7%
4.05(1) a	<i>Common Borrow</i> Material 0 - 5 km (Khusus <i>Overpass</i>)	M ³	1427,33	1617,59	11,8%
4.09	Urugan Material Berbutir (Granular <i>Backfill</i>) (struktur <i>Overpass</i>)	M ³	872,45	860,97	1,3%
DIV.5	GALIAN STRUKTUR				
5.01(1)	Galian Struktur kedalaman >0 – 2 m	M ³	1489,82	1515,4	1,7%
DIV.9	PERKERASAN				
9.07(3)	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i> (Struktur OP)	M ³	147,34	147,24	0,1%
9.08(1)	Perkerasan Beton (Jalan Akses) STA 0+000 - 1+775.00	M ³	8104,26	8580	5,5%
9.09(1)	<i>Lean Concrete</i> (Jalan Akses) STA 0+000 - 1+775.00	M ³	2768,96	2931,5	5,5%
9.10	Lapis Drainase (Jalan Akses) STA 0+000 - 1+775.00	M ³	5813,72	6152,4	5,5%
	Tanah <i>Rounding</i> (Jalan Akses) STA 0+000 - 1+775.00	M ³	3418,91	3612,24	5,4%
DIV. 10	STRUKTUR BETON				
10.01(4a)	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	M ³	719,43	722,2	0,4 %
10.01(5)	Beton Struktur Kelas B-1-2 (Diafragma dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	M ³	93,60	92,64	1,0 %
10.01(5a)	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	M ³	475,84	475,51	0,1 %
10.01(7f)	Beton Struktur Kelas B-1-4f (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i>)	M ³	275,13	275,13	0,0 %
10.01(9)	Beton Struktur Kelas B-1-6 (Beton Penghalang/ <i>Barrier</i>)	M ³	255,91	254,23	0,7 %
Item Baru	Beton Struktur Kelas B-1 (<i>Abutments</i> , Telapak <i>Pier</i> , Dinding Penahan Tanah, Pelat Injak)	M ³	1060,26	1058,2	0,2 %
10.01(14)	Beton Struktur Kelas E	M ³	50,27	50,27	0,0%
10.03(15a)	Gelagar PC-I CTC 2.4 m bentang nominal 35,8m to 32.00m, H= 1.85m, penyediaan	Bh	28	28	0,0 %
10.03(15b)	Gelagar PC-I CTC 2.4 m bentang nominal 35,8m to 32.00m, H= 1.85m, pemasangan	Bh	28	28	0,0 %
10.05(1)	Penyediaan tiang pancang Tipe B beton bulat <i>pretensioned</i> , dia. 60 cm	M1	3164	3164	0,0%
10.05(2)	Pemancangan tiang pancang Tipe B beton bulat <i>pretensioned</i> , dia. 60 cm	M1	3164	3164	0,0%
10.10(1a)	Sambungan Ekspansi <i>Strip Seal Joint</i> Tipe <i>heavy duty</i> (≤80 mm)	M1	61,6	61,6	0,0%
10.11(26)	<i>Anchor Bar</i> dengan Perlengkapannya	KG	2915,75	2915,75	0,0%
Item Baru	<i>Elastomeric Bearing Pad</i> 400x500x45 (<i>fix</i>)	Bh	28	28	0,0 %
Item Baru	<i>Elastomeric Bearing Pad</i> 400x500x45 (<i>move</i>)	Bh	28	28	0,0 %
DIV. 12	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
12.15(2)	<i>Concrete Barrier</i> , tipe – B (Jalan Akses)	M1	1800	1800	0,0 %

Sumber: Olahan Penulis