Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

ANALISIS AKURASI QTO PEKERJAAN PERKERASAN JALAN BERBASIS BIM PADA PROYEK BRT JALUR PANGLIMA DENAI – SISINGAMANGARAJA

Accuracy Analysis of Bim-Based Quantity Take-Off (QTO) for Road Pavement Works on The Bus Rapid Transit (BRT) Panglima Denai – Sisingamangaraja Corridor

Izdihar Fairuz Hadi[1], Nofriadi[2], Lisherly Reginancy Debataraja[3], Soraya Mutma Innah Nasution[4]

[1,3,4]Politeknik Negeri Medan, Sumatra Utara, Indonesia

[2]Politeknik Negeri Padang, Sumatra Barat, Indonesia

Email: hadiizdihar5@gmail.com

Article Info

Article History
Send : 1/10/2026
Received : 20/10/2026
Revised : 24/10/2026
Accepted : 29/10/2026

Abstract

Road pavement works in the BRT Metropolitan Mebidang Construction Project involve a high level of complexity due to the use of a dedicated corridor that repeatedly accommodates heavy vehicle loads. Therefore, accurate Quantity Take-Off (QTO) calculations are critical. Conventional QTO methods, which are performed manually using AutoCAD and Microsoft Excel, are prone to human error and require relatively long processing times. This study aims to calculate the volume of road pavement works using a Building Information Modeling (BIM)-based method with Autodesk Civil 3D and to determine the level of accuracy and deviation compared with the conventional method in the BRT Metropolitan Mebidang Project, specifically the Panglima Denai Sisingamangaraja section, which has a length of 7.39 km. This study employed a quantitative approach with a case study design. The research stages included modeling the alignment, profile, and pavement cross-section assembly based on the Detail Engineering Design (DED), developing a 3D corridor model, and calculating material volumes using the Compute Materials feature. The resulting volumes were then compared with the project s Bill of Quantity (BOQ) data. The results showed that the BIM-based pavement volumes were 1,396 m³ of AC-WC, 4,647 m³ of K400 concrete, 2,381 m³ of K125 concrete, and 2,420 m³ of graded aggregate. The deviation of each item from the BOQ was below the tolerance limit of 5%, namely 2.31% for AC-WC, 0.30% for K400 concrete, 2.15% for K125 concrete, and 3.82% for graded aggregate, with an overall volume deviation of 1.11% (BIM: 10,055 m³ vs. conventional: 9,944 m³). These findings indicate that the BIM-based method using Autodesk Civil 3D is valid and feasible as an alternative to conventional methods for QTO calculation of road pavement works in the BRT project and could serve as a basis for standardizing BIM-based QTO in similar projects.

Keywords: *Building Information Modeling, Civil 3D, Quantity Take-Off, road pavement*

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

Abstrak
Pekerjaan perkerasan jalan pada Proyek Pembangunan BRT Metropolitan Mebidang memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan dedicated corridor yang menahan beban kendaraan berat secara berulang, sehingga akurasi perhitungan Quantity Take-Off (QTO) menjadi sangat krusial. Metode QTO konvensional yang dilakukan secara manual menggunakan AutoCAD dan Microsoft Excel rentan terhadap kesalahan manusia dan membutuhkan waktu yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung volume pekerjaan perkerasan jalan menggunakan metode berbasis Building Information Modeling (BIM) dengan Autodesk Civil 3D, serta mengetahui tingkat akurasi dan deviasinya terhadap metode konvensional pada Proyek BRT Metropolitan Mebidang jalur Panglima Denai Sisingamangaraja sepanjang 7,39 km. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus. Tahapan penelitian meliputi pemodelan alignment, profile, dan assembly penampang perkerasan berdasarkan data Detail Engineering Design (DED), penyusunan model corridor 3D, serta perhitungan volume material melalui fitur Compute Materials. Hasil volume kemudian dibandingkan dengan data Bill of Quantity (BOQ) proyek. Hasil penelitian menunjukkan volume perkerasan berbasis BIM sebesar 1.396 m³ AC-WC, 4.647 m³ beton semen K400, 2.381 m³ beton K125, dan 2.420 m³ graded aggregate. Deviasi tiap elemen menunjukkan bahwa metode BIM dengan Autodesk Civil 3D valid dan layak digunakan sebagai alternatif metode konvensional dalam perhitungan QTO pekerjaan perkerasan jalan pada proyek BRT, serta dapat menjadi dasar standarisasi QTO berbasis BIM untuk proyek serupa.
Kata Kunci: *Building Information Modeling, Civil 3D, Quantity Take-Off, perkerasan jalan*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Jaringan jalan yang memadai mampu menciptakan efek berganda (multiplier effect) berupa pembukaan lapangan kerja, munculnya titik-titik pertumbuhan ekonomi baru, serta penguatan jaringan logistik menuju sentra-sentra produksi (Kementerian PUPR, 2023). Salah satu proyek infrastruktur transportasi strategis yang saat ini sedang berlangsung adalah jalur Bus Rapid Transit (BRT). BRT dirancang untuk menghadirkan layanan transportasi publik yang cepat, andal, dan berkapasitas tinggi dengan biaya pembangunan yang lebih ekonomis. Saat ini, Kementerian Perhubungan melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Darat tengah membangun BRT Metropolitan Mebidang (Jalur On Corridor Pinang Baris Amplas) dengan total panjang jalan 20,88 km. Pekerjaan perkerasan jalan pada proyek ini memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan dedicated corridor yang harus menahan beban kendaraan berat secara berulang, sehingga perencanaan yang akurat mutlak diperlukan.

Salah satu tahapan kritis dalam perencanaan proyek adalah Quantity Take-Off (QTO), yaitu proses perhitungan kuantitas setiap pekerjaan berdasarkan gambar atau model perencanaan. Metode QTO konvensional yang dilakukan secara manual menggunakan AutoCAD dan Microsoft Excel masih umum digunakan, namun rentan terhadap kesalahan manusia (human error), memerlukan waktu yang lama, dan berpotensi menghasilkan miss kalkulasi terutama pada proyek berskala besar (Travis et al., 2021). Building Information Modeling (BIM) hadir sebagai metodologi digital terintegrasi yang mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi proses QTO. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa BIM mampu menghasilkan deviasi perhitungan rata-rata lebih rendah 3% dan mempercepat

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

proses perhitungan hingga 20% dibandingkan metode konvensional (Alifudin et al., 2024). Kementerian PUPR melalui Direktorat Jenderal Bina Marga bahkan telah mewajibkan implementasi BIM pada proyek jalan berskala besar melalui Peraturan No. 12/P/BM/2023, dengan Autodesk Civil 3D sebagai salah satu perangkat lunak yang direkomendasikan.

Kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar studi implementasi BIM untuk QTO masih berfokus pada pekerjaan struktur gedung, seperti beton bertulang, fondasi, dan pelat lantai, menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit atau Tekla Structures (Sodiq et al., 2021; Stefanus & Lutfiansyah, 2025; Handayani et al., 2024; Wiranti, 2022; Sadad et al., 2024; Retno et al., 2024; Rugas et al., 2024). Studi yang secara spesifik mengkaji QTO pekerjaan perkerasan jalan menggunakan Autodesk Civil 3D masih sangat terbatas, meskipun Revit dirancang untuk elemen bangunan berbasis objek, sedangkan Civil 3D dibangun khusus untuk infrastruktur berbasis koridor dan alignment yang sesuai dengan karakteristik geometrik jalan. Selain itu, belum ada penelitian yang secara khusus mengevaluasi tingkat akurasi QTO perkerasan pada proyek BRT dengan karakteristik pembebanan khusus akibat dedicated corridor.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini disusun untuk menjawab dua permasalahan utama, yaitu: (1) seberapa besar hasil perhitungan QTO volume pekerjaan perkerasan jalan yang diperoleh menggunakan metode berbasis BIM dengan Autodesk Civil 3D, dan (2) bagaimana tingkat akurasi serta seberapa besar selisih (deviasi) hasil perhitungan volume pekerjaan perkerasan jalan antara metode berbasis BIM dengan metode konvensional yang digunakan dalam dokumen proyek BRT Metropolitan Mebidang. Penelitian difokuskan pada pekerjaan perkerasan komposit di jalur Panglima Denai Sisingamangaraja sepanjang 7,39 km, mencakup empat elemen, yaitu AC-WC, Beton Semen K-400, Beton Non-Struktural K-125, dan Graded Aggregate, dengan data berupa DED dan dokumen perencanaan proyek yang tersedia. Penelitian tidak mencakup aspek biaya konstruksi, manajemen proyek, maupun metode pelaksanaan di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi perencanaan proyek konstruksi jalan di Indonesia, khususnya pada proyek infrastruktur transportasi berbasis koridor seperti BRT.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif dengan membandingkan hasil perhitungan volume pekerjaan perkerasan jalan antara metode berbasis BIM dan metode konvensional. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen kontraktor pelaksana Proyek Pembangunan BRT Metropolitan Mebidang Paket Fasilitas Jalur On Corridor, yang berada di bawah kewenangan Kementerian Perhubungan. Data umum proyek disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Umum Proyek

Nama Proyek	Pembangunan BRT Metropolitan Mebidang – Paket Fasilitas Jalur On Corridor
Lokasi Proyek	Panglima Denai – Sisingamangaraja,

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

	Kota Medan, Sumatera Utara
Panjang Total Jalur	20,88 km (segmen dianalisis: 7,39 km)
Jenis Perkerasan	Komposit: AC-WC (lentur), Beton Semen K-400, Beton Non-Struktural K-125, Graded Aggregate (kaku)
Perangkat Lunak	Autodesk Civil 3D (pemodelan BIM & QTO), Microsoft Excel (rekapitulasi)
Data Sekunder	Detail Engineering Design (DED) dan Bill of Quantity (BOQ) proyek

Data yang digunakan meliputi dua jenis, yaitu: (1) Data Bill of Quantity (BOQ) yang diperoleh dari dokumen perencanaan proyek dan digunakan sebagai data pembanding terhadap hasil perhitungan berbasis BIM; dan (2) Detail Engineering Design (DED) yang mencakup seluruh gambar teknis dan spesifikasi desain, digunakan sebagai dasar pemodelan BIM dalam Autodesk Civil 3D. Perangkat penelitian terdiri atas perangkat keras berupa laptop dengan spesifikasi memadai untuk menjalankan perangkat lunak pemodelan BIM, serta perangkat lunak Autodesk Civil 3D untuk pemodelan dan perhitungan QTO, dan Microsoft Excel untuk pengolahan data serta perbandingan hasil perhitungan.

Pemodelan perkerasan jalan dilakukan menggunakan Autodesk Civil 3D berdasarkan DED yang telah tersedia, mencakup empat elemen perkerasan komposit yaitu Beton Semen K-400, Beton Non-Struktural K-125, Perkerasan Lentur (AC-WC), dan Graded Aggregate. Data survei tidak perlu dibuat ulang karena data centerline proyek telah tersedia. Tahapan pemodelan dilakukan sebagai berikut: Pembuatan alignment horizontal berdasarkan objek polyline centerline BRT pada gambar plan DED melalui metode select from object, menghasilkan sumbu jalur BRT sepanjang 7,39 km; Pembuatan profile vertical berdasarkan data elevasi eksisting sepanjang trase yang diinput ke Profile Autodesk Civil 3D pada setiap titik station; Penyusunan assembly penampang melintang perkerasan dengan meng-input lebar dan tebal tiap lapisan ke subassembly sesuai gambar proyek untuk keempat elemen perkerasan; pada segmen dengan geometri khusus seperti area bus station dilakukan penyesuaian assembly region; Pembuatan corridor tiga dimensi dengan memecah region sesuai panjang perkerasan pada tiap STA, menggabungkan alignment, profile, dan assembly yang telah dibuat sebelumnya.

Setelah model corridor selesai dan melalui tahap peninjauan (review), ekstraksi volume dilakukan dengan memanfaatkan fitur Material Volume Table pada Autodesk Civil 3D. Proses diawali dengan pembuatan Sample Line Group di sepanjang alignment corridor untuk menghasilkan potongan melintang (section) pada interval station tertentu. Selanjutnya disusun Material List yang memuat definisi tiap lapisan perkerasan dengan tipe data Corridor Shape, yaitu memasangkan tiap material dengan shape hasil struktur corridor (Pave1, Base1, Base2, dan Subbase1) yang terbentuk otomatis dari parameter kedalaman (depth) tiap lapisan pada subassembly. Volume dihitung menggunakan metode Average End Area melalui proses Compute Materials, dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk Material Volume Table yang menyajikan volume kumulatif (cumulative volume) pada setiap station sepanjang corridor. Volume pada tiap segmen station diperoleh dengan mengurangkan nilai kumulatif pada station akhir dengan nilai kumulatif pada station awal segmen tersebut. Hasil pengurangan pada seluruh

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

segmen kemudian direkap dan dijumlahkan menggunakan Microsoft Excel untuk memperoleh total volume tiap item perkerasan sepanjang jalur yang dianalisis.

Sebagai data pembanding, digunakan hasil perhitungan volume pekerjaan perkerasan yang tercantum dalam dokumen BOQ proyek, yang disusun oleh konsultan perencana secara manual dengan membaca gambar dua dimensi (plan dan cross-section) dari DED, mengukur dimensi tiap elemen pekerjaan (panjang, lebar, tebal), lalu mengalikan seluruh ukuran tersebut dan merekapitulasi hasilnya ke dalam format BOQ. Perhitungan konvensional pada umumnya dilakukan dengan pendekatan dimensi tipikal/rata-rata pada tiap ruas atau segmen jalan.

Perbandingan hasil kedua metode dilakukan dengan menghitung deviasi (%), yaitu besaran perbedaan relatif antara volume hasil BIM dan volume hasil metode konvensional, menggunakan persamaan berikut: Deviasi (%) = [(VBIM – VKONVENSIONAL) / VKONVENSIONAL] × 100%, dengan VBIM adalah volume hasil perhitungan QTO berbasis BIM menggunakan Autodesk Civil 3D, dan VKonvensional adalah volume hasil perhitungan QTO konvensional dari dokumen BOQ proyek. Nilai deviasi positif (+) menunjukkan hasil BIM lebih besar dari konvensional, deviasi 0%–5% dinyatakan sangat akurat dan dapat diterima (valid), deviasi 5%–10% masih dapat diterima dengan catatan perlu verifikasi lebih lanjut, dan deviasi di atas 10% dinyatakan tidak akurat sehingga memerlukan pemeriksaan ulang secara menyeluruh (Tigauw et al., 2023). Analisis dilakukan baik per elemen lapisan perkerasan (AC-WC, Beton Semen K-400, Beton Non-Struktural K-125, dan Graded Aggregate) maupun secara total volume keseluruhan, untuk menarik kesimpulan mengenai akurasi metode BIM secara menyeluruh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil ekstraksi volume menggunakan fitur Material Volume Table pada Autodesk Civil 3D untuk keempat elemen perkerasan sepanjang jalur Panglima Denai Sisingamangaraja disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Volume QTO Metode BIM

Lapisan Perkerasan	Volume Hasil BIM
AC-WC	1.396 ton
Beton Semen K-400 (K400 Cement Concrete)	4.647 m³
Beton Non-Struktural K-125	2.381 m³
Graded Aggregate	2.420 m³

Volume tiap lapisan diperoleh dari selisih nilai kumulatif pada Material Volume Table di setiap segmen station, kemudian direkap menggunakan Microsoft Excel. Sebagai ilustrasi pada lapisan Beton Semen K-400, pada STA 0+000 diperoleh nilai kumulatif 0,00 m³, pada STA 0+225 sebesar 168,75 m³, pada STA 0+325 sebesar 320,68 m³, dan pada STA 0+395 sebesar 473,36 m³, sehingga volume pada segmen 0+000 – 0+225 adalah 168,75 m³, segmen 0+225 – 0+325 adalah 151,93 m³, dan segmen 0+325 – 0+395 adalah 152,68 m³. Proses ini diulang secara konsisten pada seluruh 21 segmen station sepanjang koridor untuk keempat elemen perkerasan. Sebagai pembanding, volume pekerjaan perkerasan yang tercantum dalam dokumen BOQ proyek (hasil perhitungan manual konsultan) untuk jalur yang sama disajikan pada Tabel 3.

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

Tabel 3. Rekapitulasi Volume QTO Metode Konvensional (BOQ)

Lapisan Perkerasan	Volume BOQ
AC-WC	1.429 ton
Beton Semen K-400 (K400 Cement Concrete)	4.661 m³
Beton Non-Struktural K-125	2.331 m³
Graded Aggregate	2.331 m³

Volume konvensional diperoleh melalui pendekatan dimensi tipikal (panjang × lebar × tebal) pada tiap segmen STA sebagaimana tercantum pada gambar DED dan spesifikasi teknis proyek, tanpa memperhitungkan secara presisi detail perubahan geometri seperti zona transisi pelebaran atau area bus station. Perbandingan volume hasil kedua metode beserta selisih dan persentase deviasinya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Volume dan Deviasi Metode BIM terhadap Metode Konvensional

Lapisan Perkerasan	Volume BIM	Volume BOQ	Selisih	Deviasi (%)	Kategori
AC-WC	1.396 ton	1.429 ton	-33 ton	-2,31	Valid
Beton Semen K-400	4.647 m³	4.661 m³	-14 m³	-0,30	Valid
Beton Non-Struktural K-125	2.381 m³	2.331 m³	50 m³	2,15	Valid
Graded Aggregate	2.420 m³	2.331 m³	89 m³	3,82	Valid
TOTAL	10.055 m³	9.944 m³	111 m³	1,11	Valid

Volume AC-WC dikonversi dari satuan ton ke m³ menggunakan berat jenis (BJ) campuran aspal sebesar 2,3 ton/m³ agar dapat dijumlahkan dengan elemen lain dalam satuan volume yang seragam.

Berdasarkan Tabel 4, seluruh elemen perkerasan menghasilkan nilai deviasi mutlak di bawah batas toleransi 5%, yaitu AC-WC sebesar -2,31%, Beton Semen K-400 sebesar -0,30%, Beton Non-Struktural K-125 sebesar 2,15%, dan Graded Aggregate sebesar 3,82%, sehingga seluruh elemen dinyatakan dalam kategori valid. Secara total, volume BIM sebesar 10.055 m³ dibandingkan dengan volume BOQ sebesar 9.944 m³ menghasilkan selisih 111 m³ dengan deviasi total sebesar 1,11%, yang juga berada dalam kategori valid/sangat baik.

3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah deviasi pada tiap elemen perkerasan tidak seragam. Elemen AC-WC dan Beton Semen K-400 menunjukkan deviasi negatif (masing-masing -2,31% dan -0,30%), yang berarti volume hasil BIM sedikit lebih kecil atau mendekati volume BOQ. Sebaliknya, elemen Beton Non-Struktural K-125 dan Graded Aggregate menunjukkan deviasi positif (2,15% dan 3,82%), yang berarti volume hasil BIM justru lebih besar dibandingkan volume BOQ. Perbedaan arah deviasi ini diduga disebabkan oleh perbedaan pendekatan geometri antara kedua metode: metode BIM mengikuti dimensi aktual corridor pada tiap station secara presisi, termasuk pada segmen-segmen dengan perubahan lebar jalur seperti area bus station dan persimpangan, sedangkan metode konvensional cenderung menggunakan pendekatan dimensi tipikal/rata-rata di sepanjang ruas jalan sehingga tidak selalu memperhitungkan detail transisi lebar secara presisi.

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

Elemen Graded Aggregate memiliki nilai deviasi tertinggi di antara seluruh elemen perkerasan, yaitu sebesar 3,82%. Meskipun nilai ini masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan, besarnya deviasi pada elemen ini mengindikasikan perlunya verifikasi lebih lanjut terhadap parameter lebar lapis pondasi agregat pada model corridor, khususnya pada zona-zona dengan perubahan geometri. Hal ini sejalan dengan temuan Sadad et al. (2024) yang melaporkan deviasi lebih tinggi pada elemen-elemen dengan variasi geometri kompleks (seperti sloof dan pelat lantai) dibandingkan elemen dengan geometri seragam (seperti footplate dan kolom pedestal yang mencatat deviasi 0%).

Menariknya, nilai deviasi total (1,11%) jauh lebih kecil dibandingkan deviasi tertinggi pada elemen individual (Graded Aggregate, 3,82%). Hal ini mengindikasikan bahwa deviasi positif dan deviasi negatif pada masing-masing elemen perkerasan saling mengimbangi (offset) satu sama lain ketika dijumlahkan secara keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Sodiq et al. (2021) yang melaporkan deviasi total volume timbunan BIM terhadap konvensional sebesar hanya 0,027% pada proyek Jalan Tol Pasuruan Probolinggo, meskipun deviasi tersebut jauh lebih rendah dibandingkan penelitian ini. Perbedaan besaran deviasi ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik geometri proyek BRT yang memiliki lebih banyak variasi lebar penampang akibat keberadaan bus station dan zona pelebaran dedicated corridor, dibandingkan proyek jalan tol yang cenderung memiliki penampang melintang lebih seragam.

Dibandingkan dengan penelitian sejenis pada pekerjaan struktur gedung, deviasi yang diperoleh pada penelitian ini (1,11% total; -2,31% s.d. 3,82% per elemen) berada dalam rentang yang serupa dengan penelitian Stefanus et al. (2025) pada struktur beton jembatan (deviasi 0,04% – 3,64%) dan Wiranti (2022) pada pekerjaan box culvert jalan tol (deviasi 0,01% – 0,03%), yang keduanya juga dikategorikan valid dan dapat diterima. Hal ini memperkuat indikasi bahwa BIM, baik diterapkan melalui Autodesk Revit pada elemen struktural bangunan maupun melalui Autodesk Civil 3D pada elemen infrastruktur berbasis koridor seperti perkerasan jalan, secara konsisten mampu menghasilkan perhitungan volume dengan tingkat akurasi tinggi apabila dibandingkan dengan metode konvensional.

Dari sisi efisiensi proses, metode BIM memungkinkan ekstraksi volume dilakukan secara otomatis dan parametrik melalui fitur Material Volume Table, tanpa perlu mengulang perhitungan manual pada setiap perubahan desain, sebagaimana disebutkan Alifudin et al. (2024) bahwa BIM mampu mempercepat proses perhitungan volume hingga 20% dibandingkan metode konvensional. Selain itu, karena volume dihitung langsung dari luas penampang (area) hasil sample line sepanjang corridor menggunakan metode Average End Area, model BIM secara otomatis mengakomodasi setiap perubahan geometri sepanjang jalur, termasuk pada zona transisi dan persimpangan, sehingga berpotensi mengurangi risiko kesalahan perhitungan volume yang tumpang tindih maupun komponen pekerjaan yang terlewat, sebagaimana lazim terjadi pada metode konvensional (Kementerian PUPR, 2023).

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu cakupan analisis baru mencakup sebagian jalur BRT Metropolitan Mebidang (7,39 km dari total 20,88 km), sehingga hasil deviasi yang diperoleh belum sepenuhnya merepresentasikan keseluruhan proyek. Selain itu, sumber ketidakpastian pada volume BOQ konvensional turut memengaruhi besaran deviasi yang teramati,

Nusantara Hasana Journal
Volume 6 No. 5 (Oktober, 2026), Page: 37-46
E-ISSN: 2798-1428

mengingat metode konvensional pada dasarnya juga menyimpan potensi kesalahan pembulatan dan penyederhanaan dimensi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian Quantity Take-Off (QTO) pekerjaan perkerasan jalan berbasis BIM pada Proyek BRT Metropolitan Mebidang jalur Panglima Denai Sisingamangaraja, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, hasil perhitungan QTO volume pekerjaan perkerasan jalan menggunakan metode berbasis BIM dengan Autodesk Civil 3D diperoleh sebagai berikut: AC-WC sebesar 1.396 ton, Beton Semen K-400 sebesar 4.647 m^3, Beton Non-Struktural K-125 sebesar 2.381 m^3, dan Graded Aggregate sebesar 2.420 m^3. Kedua, tingkat akurasi hasil perhitungan volume metode BIM terhadap metode konvensional (BOQ) tergolong sangat baik. Deviasi pada tiap elemen perkerasan berada di bawah batas toleransi 5%, yaitu AC-WC sebesar -2,31%, Beton Semen K-400 sebesar -0,30%, Beton Non-Struktural K-125 sebesar 2,15%, dan Graded Aggregate sebesar 3,82%, sehingga seluruh elemen dinyatakan dalam kategori valid. Secara total, deviasi volume perkerasan antara metode BIM (10.055 m^3) dan metode konvensional (9.944 m^3) adalah sebesar 1,11%, yang juga berada pada kategori sangat baik/valid berdasarkan batas toleransi yang ditetapkan. Dengan demikian, metode BIM menggunakan Autodesk Civil 3D dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai alternatif metode konvensional dalam perhitungan QTO pekerjaan perkerasan jalan pada proyek BRT Metropolitan Mebidang maupun proyek infrastruktur jalan berbasis koridor sejenis.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar cakupan panjang jalur yang dianalisis diperluas hingga mencakup keseluruhan 20,88 km jalur proyek BRT Metropolitan Mebidang, mengingat penelitian ini baru mencakup sebagian jalur sepanjang 7,39 km. Selain itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap elemen Graded Aggregate yang memiliki deviasi tertinggi (3,82%) dibanding elemen lainnya, guna mengidentifikasi penyebab selisih tersebut secara lebih mendalam, misalnya melalui verifikasi lebar aktual pada zona pelebaran dan persimpangan. Penerapan metode BIM berbasis Autodesk Civil 3D juga disarankan untuk dikaji lebih lanjut dari aspek efisiensi waktu dan biaya, sebagai pelengkap analisis akurasi yang telah dilakukan pada penelitian ini.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Medan atas dukungan moral dan fasilitas akademik selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga kami sampaikan kepada pihak Manajemen Proyek Pembangunan BRT Metropolitan Mebidang, Kementerian Perhubungan, serta Kementerian PUPR atas ketersediaan data sekunder proyek berupa Detail Engineering Design (DED) dan Bill of Quantity (BOQ) yang sangat krusial bagi terselenggaranya penelitian ini dengan baik.

6. PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Izdihar Fairuz Hadi: Bertanggung jawab atas konseptualisasi gagasan utama penelitian, melakukan pemodelan BIM secara langsung menggunakan Autodesk Civil 3D, serta menyusun draf awal naskah. Nofriadi: Berperan dalam

mendesain metodologi penelitian, melakukan verifikasi hasil ekstraksi volume, dan menyusun analisis komparatif QTO. Lisherly Reginancy Debataraja: Bertugas dalam pengumpulan dan kurasi data teknis proyek (DED dan BOQ), serta menyusun kerangka tinjauan pustaka. Soraya Mutma Innah Nasution: Berkontribusi secara aktif dalam pengolahan data statistik dan rekapitulasi akhir menggunakan Microsoft Excel, penyuntingan format naskah, serta perumusan kesimpulan dan saran.

7. PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan dan mendeklarasikan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan (conflict of interest), baik secara finansial, institusional, maupun personal, yang memengaruhi proses analisis data, objektivitas hasil, dan penulisan keseluruhan artikel penelitian ini.

8. PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan mematuhi kaidah dan standar etika riset akademis. Seluruh data proyek yang diolah, termasuk Detail Engineering Design (DED) dan Bill of Quantity (BOQ), digunakan semata-mata untuk tujuan akademis dengan tetap menjaga serta tidak melanggar ketentuan kerahasiaan informasi dari instansi terkait proyek.

9. KETERSEDIAAN DATA

Data teknis yang mendasari analisis dan temuan dalam riset ini dapat disediakan oleh penulis korespondensi (corresponding author) apabila terdapat permintaan yang beralasan (reasonable request), dengan tetap berpedoman pada batas-batas aturan kerahasiaan data internal proyek.

10. PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN GENERATIF

Para penulis mengonfirmasi dengan sadar bahwa tidak ada penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) generatif selama proses perancangan model 3D, perhitungan analisis data, maupun pada tahap penulisan substansi naskah artikel ini.

11. DAFTAR PUSTAKA

Alifudin, R., & Mimayani. (2024). Pengaruh Implementasi BIM Terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan XII.

Asih, W. R., Bayzoni, Husni, H. R., & Niken, C. (2022). Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Material Berbasis Building Information Modeling (BIM) Terhadap Metode Konvensional pada Struktur Pelat. JRSDD, 10 (4): 563-574.

Cucuzza, M., & Vanossi, A. (2022). BIM Dimensions: From 3D To 7D. Milan: Politecnico Di Milano.

Febriansyah, F. S. (2021). Implementasi Bimpada Proyek Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi 4 Untuk Perhitungan Quantity Take-Off Timbunan. AGREGAT, 5 (2).

Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R. C., & Daoed, D. (2021). Quantity Take-Off Berbasis Building Information Modeling (Bim) Studi Kasus: Gedung Bappeda Padang. Jurnal Rekayasa Sipil, 17 (3).

Handayani, A. T., Budiman, E., & Rahman, T. (2024). Penerapan Building Information Modelling (BIM) Dalam Menghitung Quantity Take Off Material Struktur. Jurnal Teknologi Sipil. Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil, 8.

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024. Jakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Implementasi Building Information Modelling (BIM) Pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Jakarta.

Kementerian PUPR. (2023). Laporan Kinerja Kementerian PUPR 2023. Jakarta.

Purnomo, H. (2022). Hambatan Implementasi Bim Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia. Jurnal Teknik Sipil, 18.

Rugas, Z., Waluyo, R., & Purwantoro, A. (2024). Analisis Quantity Take Off Menggunakan Building Information ModelingPada Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Palangka Raya. Jurnal Saintis, 24 (01).

Sadad, I., & Niviantoro, D. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Metode Quantity Take Off Untuk Menentukan Volume Pekerjaan Struktur. Jurnal Teknika Sains, 09 (02).

Stefanus, & Lutfiansyah, Y. (2025). Analisis Perbandingan Perhitungan Quantity Take-Off Metode Konvensional dengan Perhitungan Berbasis BIM Pada Pekerjaan Struktur Beton Jembatan (Studi kasus: Proyek Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Rengat-Pekanbaru). 21 (2).

Syawaludinsyah, M. H., & Susilo, H. (2026). Evaluasi Kerusakan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Rambipuji-Balung Kabupaten Jember. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksipolinema, 7 (1).

Travis, J. (2021). BIM-Based Quantity Takeoff vs. Conventional Methods: A Comparative Study. Journal of Construction Engineering, 12.

Wiranti, F., Nisumanti, S., & Al Qubro, K. (2022). Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Prabumulih. Jurnal Rekayasa, 12 (02): 192-202.