Pengaruh Implementasi BIM terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur

Randi Alifudin[1*], Mirnayani[2]
Universitas Mercu Buana[1,2]
*e-mail: randi.alifudin01@gmail.com

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is increasingly utilized in the construction industry to enhance the efficiency and accuracy of various processes, including earthwork volume calculations. This study aims to evaluate the impact of BIM implementation on the accuracy and time required for calculating earthwork volumes in infrastructure projects. A case study was conducted on the lane addition project for the Cikande – Serang Timur toll road segment, where BIM was compared with conventional methods. The results indicate that BIM significantly improves the accuracy of earthwork volume calculations, with an average deviation 3% lower than that of conventional methods. Additionally, BIM reduces the time required for the calculation process by approximately 20% compared to traditional approaches. The primary factors contributing to these improvements include BIM's ability to automate processes and minimize human error. In conclusion, BIM implementation not only enhances accuracy but also reduces the time needed for earthwork volume calculations in infrastructure projects. Therefore, BIM is recommended for widespread adoption in construction project management, particularly for projects that demand high levels of precision and efficiency.

Kata kunci: *accuracy, Building Information Modeling (BIM), calculation time, earthwork volume, infrastructure projects.*

ABSTRAK

Building Information Modeling (BIM) merupakan teknologi yang semakin banyak digunakan dalam industri konstruksi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi berbagai proses, termasuk perhitungan volume tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh implementasi BIM terhadap akurasi dan waktu perhitungan volume tanah pada proyek infrastruktur. Studi kasus dilakukan pada proyek penambahan lajur jalan tol di segmen Cikande – Serang Timur, dengan membandingkan metode BIM dan metode konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BIM mampu meningkatkan akurasi perhitungan volume tanah dengan deviasi rata-rata 3% lebih rendah dibandingkan metode konvensional. Selain itu, BIM juga mempercepat proses perhitungan, dengan pengurangan waktu sekitar 20% dibandingkan dengan metode tradisional. Faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan ini adalah kemampuan BIM dalam mengotomatisasi proses dan mengurangi potensi kesalahan manusia. Kesimpulannya, implementasi BIM tidak hanya meningkatkan akurasi tetapi juga mengurangi waktu yang diperlukan untuk perhitungan volume tanah dalam proyek infrastruktur. Oleh karena itu, BIM direkomendasikan untuk diterapkan secara luas dalam manajemen proyek konstruksi, khususnya pada proyek-proyek yang memerlukan tingkat presisi dan efisiensi tinggi.

Kata kunci: akurasi, *Building Information Modeling* (BIM), proyek infrastruktur, volume tanah, waktu perhitungan

PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, infrastruktur jalan tol memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan mobilitas, dan memperkuat konektivitas antar wilayah. Jalan tol menjadi solusi utama dalam mengatasi kemacetan lalu lintas di banyak negara, termasuk Indonesia, yang mengalami perkembangan pesat dalam pembangunan infrastruktur. Salah satu aspek penting dalam pembangunan jalan tol adalah perhitungan volume pekerjaan tanah, yang meliputi galian dan timbunan. Akurasi dalam perhitungan ini sangat berpengaruh terhadap estimasi biaya, alokasi sumber daya, dan penjadwalan proyek.

Tradisionalnya, perhitungan volume tanah dilakukan menggunakan metode konvensional yang melibatkan pengukuran manual dan penggunaan rumus matematika. Meskipun sudah teruji dan banyak digunakan, metode ini sering kali memakan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi, *Building Information Modeling* (BIM) muncul sebagai solusi dalam pengelolaan proyek [1]. BIM adalah sebuah teknologi digital yang memungkinkan pemodelan tiga dimensi dari proyek konstruksi, termasuk informasi detail mengenai volume pekerjaan tanah. Penggunaan BIM memungkinkan proses perhitungan volume yang lebih cepat dan mengurangi risiko kesalahan [2].

Pada proyek penambahan lajur ke-3 segmen Cikande – Serang Timur, perhitungan volume tanah awalnya dilakukan menggunakan metode konvensional. Namun, untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi, pihak kontraktor memutuskan untuk membandingkan hasil perhitungan menggunakan BIM. Penelitian sebelumnya mengenai BIM telah banyak dilakukan. Kelebihan BIM dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat mempercepat proses perhitungan volume dari 15 hari menjadi hanya 3 hari [3]. Selain itu, BIM dapat menghasilkan biaya yang lebih rendah [4][5]. BIM juga telah diakui sebagai alat yang mampu mengurangi durasi proyek dan meningkatkan koordinasi antar tim proyek. Hasil penelitian [6] menunjukkan bahwa BIM lebih efisien dalam Quantity Take-Off dibandingkan metode konvensional yang menggunakan Microsoft Excel.

Penerapan BIM dalam industri konstruksi di Indonesia semakin didorong oleh regulasi pemerintah, yang mewajibkan penggunaannya dalam proyek infrastruktur besar seperti pembangunan jalan tol. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menetapkan regulasi yang mendorong penggunaan BIM mulai dari tahap studi kelayakan hingga pelaksanaan konstruksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode BIM dengan metode konvensional dalam perhitungan volume pekerjaan tanah pada proyek penambahan lajur ke-3 Segmen Cikande – Serang Timur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai keunggulan BIM dalam hal akurasi dan efisiensi waktu, serta memberikan rekomendasi untuk implementasi BIM pada proyek infrastruktur lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) adalah teknologi pemodelan yang mencakup proses untuk menciptakan, berkomunikasi, menganalisis, dan menggunakan model informasi digital guna mendukung seluruh siklus hidup proyek konstruksi [7]. BIM menyimpan semua informasi terkait bangunan dan dokumen desain dalam *database* terpadu, di mana setiap perubahan pada elemen model akan langsung tercermin di semua bagian proyek. Model BIM berbeda dari representasi dua dimensi dalam gambar CAD karena mencakup detail konstruksi dan rakitan bangunan yang sebenarnya [8].

Menurut [9], BIM dapat mengelola proyek konstruksi, menemukan konflik selama proses perencanaan, mengurangi RFI (*Request For Information*), mengurangi limbah material, melakukan *rework*, mengestimasi biaya, menghemat tenaga kerja, mempermudah dokumentasi, dan mendapatkan proyek baru. Menggunakan BIM sebagai alat komunikasi mempermudah pemahaman yang lebih baik, desain yang lebih baik, dan integrasi data, ide, desain, dan persepsi *stakeholder*.

Jalan Tol

Jalan tol merupakan bagian penting dari jaringan transportasi modern yang mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas antarwilayah. Di Indonesia, pembangunan jalan tol telah menjadi prioritas nasional untuk mengatasi masalah kemacetan dan meningkatkan efisiensi layanan distribusi barang dan jasa. Pekerjaan galian dan timbunan dalam proyek jalan tol sangatlah penting. Pekerjaan ini biasanya diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan melalui pemetaan profil lintang sepanjang jalur proyek atau dari peta topografi yang dilengkapi dengan garis kontur [10]. Pada penelitian ini penulis mengambil studi kasus di proyek penambahan lajur ke-3 segmen Cikande – Serang Timur yaitu pada STA 65+700 – STA 66+800 untuk pekerjaan galian dan timbunan.

Perhitungan volume pekerjaan tanah, termasuk galian dan timbunan, adalah aspek yang sangat penting dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Akurasi dalam perhitungan volume ini sangat mempengaruhi estimasi biaya, alokasi sumber daya, dan penjadwalan proyek. Menurut Suwarni dan Anondho, untuk menghasilkan perhitungan volume yang baik, seorang estimator harus memahami gambar desain yang definitif dan memiliki kemampuan analisis yang baik [11].

METODE

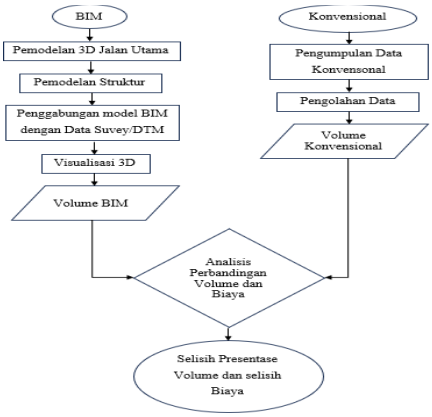
Penelitian ini menggunakan metode perbandingan antara hasil volume pada pekerjaan galian dan timbunan menggunakan metode BIM dan metode konvensional.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah melalui diskusi dengan para ahli, wawancara dengan pihak proyek, serta kajian literatur. Tujuan penelitian adalah membandingkan jumlah pekerjaan tanah galian dan timbunan antara metode konvensional dan BIM. Setelah tujuan ditetapkan, penelitian dilanjutkan dengan tinjauan pustaka yang mencakup studi literatur, jurnal, dan diskusi dengan pakar terkait. Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber, yaitu data primer yang diperoleh langsung melalui observasi dan wawancara di lapangan, serta data sekunder dari lembaga terkait seperti gambar 2D, RAB, dan WBS. Pada tahap BIM, pemodelan 3D dilakukan menggunakan Autodesk Civil 3D untuk memeriksa kesesuaian desain dengan standar geometrik jalan. Sementara itu, metode konvensional melibatkan perhitungan volume galian dan timbunan menggunakan Microsoft Excel berdasarkan data yang telah dimasukkan. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil volume dari BIM dan metode konvensional untuk menilai efisiensi penerapan BIM. Validasi data dilakukan oleh ahli guna memastikan keakuratan analisis, serta kesesuaian dengan literatur yang digunakan. Akhirnya, kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil analisis yang telah divalidasi, merangkum pencapaian tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

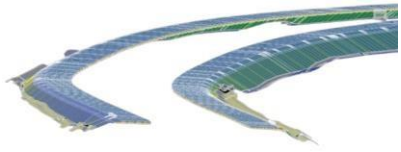
Pemodelan BIM dan Metode Konvensional

Hasil penelitian ini membandingkan perhitungan volume pekerjaan tanah menggunakan dua metode, yaitu *Building Information Modeling* (BIM) dan metode konvensional. Pada tahap awal, pemodelan BIM dilakukan dengan menggunakan Autodesk Civil 3D, yang memungkinkan visualisasi dan perhitungan volume secara otomatis berdasarkan data geometri proyek. Model 3D yang dihasilkan mencakup semua elemen penting, seperti profil jalan, galian, timbunan, dan saluran drainase. Sebaliknya, metode konvensional mengandalkan perhitungan manual menggunakan rumus matematika dasar dan Microsoft Excel. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan data survei lapangan dan gambar kerja yang tersedia. Gambar 1 berikut merupakan diagram alir proses analisis menggunakan BIM dan konvensional.



Gambar 1. Proses Analisis menggunakan BIM dan Konvensional

Pemodelan BIM dimulai dengan membuat model 3D seluruh area berdasarkan data 2D awal yang dilengkapi informasi teknis. Pemodelan jalan utama menggunakan Autodesk Civil 3D. Pada tahap awal, pengaturan layout disesuaikan dengan lokasi aktual proyek yang terletak di Serang, Provinsi Banten, di Zona UTM 48 South. Pemodelan 3D jalan utama dimulai dengan menyiapkan profil jalan sesuai desain menggunakan *Autodesk Subassembly Composer*, kemudian memasukkan profil tersebut ke dalam Civil 3D. Profil-profil tersebut meliputi perkerasan jalan, bahu jalan, *daylight* timbunan, DPT, dan saluran drainase. Setelah profil dimasukkan ke dalam Civil 3D, dilakukan visualisasi 3D untuk memberikan gambaran lebih jelas tentang bentuk dan struktur jalan. Hasil visualisasi ini memudahkan analisis desain. Selanjutnya, dilakukan kolaborasi antara tim BIM dan tim survey dengan menggabungkan model awal jalan dan data DTM (*Digital Terrain Model*) ke dalam Civil 3D, sehingga menghasilkan model yang sesuai dengan lokasi aktual karena penggunaan sistem koordinat yang sama.



6/14/23, 11:11 AM Earthwork report

Project: C:\Users\wafaul\Documents\CISERTI\C3D\CORIDOR

Alignment: ALG CISERTI

	Area Type	Area	Inc.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.
Station: 65+700.000			
	GALIAN JALUR A	2,03	52,55
	TIMBUNAN JALUR A	1,33	37,87
	GALIAN JALUR B	2,32	55,83
	TIMBUNAN JALUR B	2,46	96,94
	ACWC JALUR A	0,33	8,25
	RIGID JALUR A	1,98	49,5

(a) Penggabungan Model (b) *Output* Volume

Gambar 2. Pemodelan dan Output BIM

Sumber: Olahan Penulis

Gambar 2 merupakan gambaran proses BIM yang meliputi penggambungan model dan *output* pemodelan BIM setelah dilakukan penggabungan dengan hasil survei. Proses integrasi ini menggabungkan data dari survei lapangan dengan model BIM untuk menciptakan representasi yang lebih akurat dan mendetail dari proyek konstruksi. Hasil penggabungan ini mencakup informasi topografi, kondisi geoteknik, serta elemen-elemen yang telah dimodelkan sebelumnya dalam BIM.

Perbandingan Volume Galian dan Timbunan

Tabel 1 menunjukkan hasil perbandingan antara volume galian dan timbunan yang dihitung menggunakan kedua metode.

Tabel 1. Perbandingan Volume Konvensional dengan BIM

Uraian Pekerjaan	Volume Perhitungan Konvensional	Volume BIM (Civil 3D)	Selisih (%)
Galian	5075.51	4580.51	9.75%
Timbunan	9192.23	8562.23	6.85%

Hasil analisis menunjukan deviasi volume galian sebesar 9,75%, yang mengindikasikan bahwa BIM memberikan hasil perhitungan yang lebih rendah dan lebih terperinci. Metode konvensional cenderung menghasilkan volume yang lebih besar karena perhitungan manual yang kurang presisi dalam mempertimbangkan kontur tanah dan elevasi yang tepat. Demikian pula deviasi volume timbunan sebesar 6,85%. Perbedaan ini menyoroti kemampuan BIM dalam memberikan perhitungan volume yang lebih akurat.

Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perbedaan dalam hasil perhitungan volume secara langsung berdampak pada perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Tabel 2 merupakan hasil perbandingan perhitungan volume galian dan timbunan konvensional dengan metode BIM

Tabel 2. Perbandingan Biaya Konvensional dengan BIM

Uraian Pekerjaan	RAB Perhitungan Konvensional	RAB BIM (Civil 3D)	Selisih (Rp)	Selisih (%)
Galian	Rp 275,356,670	Rp 248,501,920	Rp 26,854,750	9.75%
Timbunan	Rp 1,250,741,143	Rp 1,165,020,167	Rp 85,720,975	6.85%

Biaya dihitung berdasarkan volume yang diperoleh dari kedua metode. Harga satuan digunakan sesuai dengan standar yang berlaku pada proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa RAB yang dihitung dengan metode BIM lebih rendah dibandingkan dengan metode konvensional.:

Analisis Perbandingan Waktu Pekerjaan

Analisis perbandingan waktu pekerjaan antara metode BIM dan metode konvensional, penulis menyajikan data dalam bentuk *barchart* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan *Timeline* BIM dan Konvensional
Sumber: Olahan Penulis

Data ini disusun berdasarkan pengalaman penulis bersama tim kontraktor selama pelaksanaan proyek. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi efisiensi waktu yang diperoleh dari penggunaan BIM dibandingkan dengan metode konvensional.Penggunaan model BIM dapat

mempercepat proses pra-konstruksi dan konstruksi, terbukti dari perbandingan waktu pembuatan model BIM yang hanya memerlukan 3 minggu, sedangkan metode konvensional membutuhkan 5 minggu untuk *shop drawing*, menghemat 2 minggu. Secara keseluruhan, metode BIM menyelesaikan pekerjaan dalam 8 minggu, dibandingkan dengan 10 minggu pada metode konvensional. Efisiensi waktu ini tidak hanya mengurangi durasi proyek, tetapi juga menekan biaya dan sumber daya, memberikan keuntungan kompetitif bagi proyek yang menggunakan teknologi BIM.

KESIMPULAN

Kesimpulan analisis menunjukkan bahwa BIM lebih akurat dan efisien dibandingkan metode konvensional dalam perhitungan volume galian dan timbunan, dengan deviasi 9,75% untuk galian dan 6,85% untuk timbunan. BIM juga lebih unggul dalam estimasi biaya, mengurangi deviasi hingga Rp 26.854.750 untuk galian dan Rp 1.165.020.167 untuk timbunan. Selain itu, BIM mempercepat penyelesaian proyek dengan menghemat waktu hingga 2 minggu, menyelesaikan pekerjaan dalam 8 minggu dibandingkan 10 minggu dengan metode konvensional. Faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode ini adalah kemampuan pengguna dan *controlling*, sementara visualisasi memiliki pengaruh yang lebih rendah pada hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Yani, "Analisis Penggunaan Aplikasi Manpro Pada Life Cycle Proyek Konstruksi," *Jurnal Ilmiah Mitsu (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, vol. 12, no. 1, pp. 111–122, 2024, doi: 10.24929/ft.v12i1.3316.

[2] B. Amal and D. D. Purnama, "3d Modeling of Existing Toll Roads With Building Information," *Menara Jurnal Teknik Sipil*, vol. 18, no. 2, pp. 80–86, 2023, doi: 10.21009/jmenara.v18i2.35742.

[3] F. S. Febriansyah, "Implementasi Bim Pada Proyek Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi 4 Untuk Perhitungan Quantity Take-Off Timbunan," *Agregat*, vol. 6, no. 2, 2021.

[4] R. Al-Musawi and S. Naimi, "Evaluation of Construction Project's Cost Using BIM Technology," *Mathematical Modelling and Engineering Problems*, vol. 10, no. 2, pp. 469–476, 2023, doi: 10.18280/mmep.100212.

[5] F. Fitriono, Z. F. Haza, and M. A. Shulhan, "Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode Konvensional Dengan Metode Building Information Modeling (BIM) (Studi Kasus Gedung 3 Lantai Di Yogyakarta)," *Jurnal Surya Beton*, vol. 7, no. 1, pp. 13–24, Mar. 2023, [Online]. Available: http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton

[6] N. Rizqi Rahayu and D. Priyo Suseno, "Analisis Perbandingan Quantity Take Off Menggunakan BIM Glodon Cubicost Dengan Microsoft Excel," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 16, no. 2, pp. 1–15, 2023, doi: 10.56444/jts.v16i2.1220.

[7] R. S. Kasuma, "Analisis Perbandingan Volume Antara Metode Konvensional Dengan Aplikasi Revit 3d Pada Pekerjaan Box Culvert," *Sondir*, vol. 6, no. 2, pp. 26–33, 2022, doi: 10.36040/sondir.v6i2.5551.

[8] K. M. Ibrohim and T. Roesdiana, "Structural Planning of a 10 Floor Apartment Building With the Concept of Building Information Modeling (Bim)," *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2023, doi: 10.33603/jki.v11i1.8094.

[9] C. F. Mieslenna and A. Wibowo, "Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna Exploring the Implementation of Building Information Modeling (Bim) in the Indonesian Construction Industry From Users," *J. Sos. Ekon. Pekerj. Umum*, vol. 11, pp. 44–58, Apr. 2019, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/374615822

[10] A. H. Majid, "Perhitungan Volume Galian Timbunan dan Estimasi BIaya," Perhitungan Vol. Galian Timbunan dan Estimasi BIaya Univ. Jember Kampus Bond. Sisi Barat," Jawa Timur, 2020. Accessed: Oct. 11, 2024. [Online]. Available: https://repository.unej.ac.id/

[11] A. Suwarni and B. Anondho, "Perbandingan Perhitungan Volume Kolom Beton Antara Building Information Modeling (Bim) Dengan Metode Konvensional," *Juteks Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 2, p. 75, 2021, doi: 10.32511/juteks.v6i2.743.