



IMPLEMENTASI BIM DENGAN SOFTWARE GLODON CUBICOST DALAM ESTIMASI VOLUME PEKERJAAN ARSITEKTURAL (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi Di Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Tahun 2024)

Muhammad Yusuf Wibisono¹, Prasasto Satwiko², Suyoto³

Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta

Surel: ¹joezoffcool1912new@gmail.com ; ²satwiko@uajy.ac.id; ³suyoto@uajy.ac.id

Vitruvian vol 15 no 1 Maret 2025

Diterima: 22 01 2025 | Direvisi: 10 03 2025 | Disetujui: 11 03 2025 | Diterbitkan: 25 03 2025

ABSTRAK

Praktik konstruksi di Indonesia masih menghadapi banyak kendala dalam pelaksanaan peraturan bangunan, antara lain seringnya terjadi perubahan gambar akibat adanya clash design. Hal tersebut mengakibatkan pekerjaan menjadi tidak efisien. Perkembangan dan inovasi dunia konstruksi saat ini memperkenalkan Building Information Modeling (BIM) sebagai solusi untuk mengatasi berbagai masalah di bidang konstruksi. Dengan ditetapkannya Permen PUPRRRI Nomor 22/PRT/M/2018 tentang pembangunan gedung negara yang mana pada salah satu poinnya menjelaskan bahwa penggunaan Building Information Modeling (BIM) wajib diterapkan pada bangunan milik negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural pada Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Metode penelitian secara mixed methods kualitatif dan kuantitatif, dengan teknik pengambilan data melalui observasi, wawancara, studi dokumen, studi literatur, dan pemodelan. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah total volume pekerjaan arsitektural 7886,410 m², penghitungan volume pekerjaan dengan metode konvensional sebesar 8586,676 m² dan penghitungan volume pekerjaan dengan BIM sebesar 8438,024 m². Adapun selisih volume pekerjaan arsitektural dengan metode konvensional terhadap perencanaan adalah 700,26 m² atau sekitar 8,88 % dari perencanaan. Selisih volume pekerjaan arsitektural dengan BIM terhadap perencanaan lebih sedikit dari metode konvensional yaitu 551,61 m² atau sekitar 6,99 % dari perencanaan.

Kata Kunci: BIM, Glodon Cubicost, volume, pekerjaan arsitektural

ABSTRACT

Construction practices in Indonesia still face many obstacles in implementing building regulations, including frequent changes to drawings due to clashing designs. This results in work being inefficient. Current developments and innovations in the world of construction introduce Building Information Modeling (BIM) as a solution to overcome various problems in the construction sector. With the stipulation of PUPRRRI Ministerial Regulation Number 22/PRT/M/2018 concerning the Construction of State Buildings, one of the points of which explains that the use of Building Information Modeling (BIM) must be applied to non-simple state-owned buildings with an area of more than 2000 m² (two thousand meters square) and above 2 (two) floors. This research aims to describe the application of Building Information Modeling (BIM) in estimating the volume of architectural work on the Microbiology Building Construction Project, Faculty of Medicine, Public Health and Nursing, Gadjah Mada University, Yogyakarta. The research method is mixed qualitative and quantitative methods, with data collection techniques through observation, interviews, documentary studies, literature studies, and modeling. The results of this research show that the total volume of architectural work is 7886,410 m², the calculation of work volume using conventional methods is 8586,676 m² and the calculation of work volume using BIM is 8438,024 m². The difference between the volume of architectural work and conventional planning methods is 700.26 m² or around 8.88% of the planning.

Meanwhile, the difference between the volume of architectural work with BIM and planning is less than conventional methods, namely 551.61 m² or around 6.99% of the planning.

Keywords: BIM, Glodon Cubicost, Volume, Work of Architecture

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur saat ini terus menerus dilakukan seiring dengan perkembangan dunia konstruksi yang pesat. Indonesia merupakan salah satu negara yang sibuk melakukan berbagai pembangunan infrastruktur, seperti pembangunan gedung, jalan tol, jalan raya, jembatan, bendungan dan berbagai infrastruktur lainnya. Semua pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi memiliki harapan yang sama akan hasil pekerjaan yang baik.

Menurut Ervianto (2005) dalam penyelesaian suatu proyek dibutuhkan manajemen proyek yang baik untuk menghemat biaya, sedangkan perencanaan yang kurang baik dapat menimbulkan kebocoran anggaran. Praktik konstruksi di Indonesia saat ini sebagian besar perusahaan konstruksi masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti AutoCAD untuk desain gambar, Microsoft Excell untuk perhitungan volume dan biaya dan Microsoft Project untuk penjadwalan.

Penggunaan metode konvensional pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia membawa masalah pada pelaksanaan konstruksi. Masalah tersebut di antaranya: sering terjadi perubahan volume pekerjaan yang disebabkan oleh perubahan gambar akibat desain yang saling berbenturan antar disiplin ilmu (clash design) dan terjadinya Contract Change Order (CCO) sehingga pekerjaan tidak efisien karena harus ada pekerjaan ulang. Dokumentasi pekerjaan yang masih mengandalkan media cetak membuat informasi tersebut dapat rusak atau hilang.

Perkembangan dan inovasi teknologi bidang konstruksi saat ini Building Information Modeling (BIM) sebagai solusi untuk menangani beberapa permasalahan dalam proyek konstruksi. Frans dan Messner (2019) menjelaskan bahwa BIM dapat memberikan visualisasi nyata terhadap suatu obyek yang akan dibangun, lengkap dengan semua informasinya sebelum diimplementasikan secara nyata sehingga dapat menjadikan proses konstruksi lebih efektif dan efisien. BIM dapat mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah dan melakukan

analisis dampak potensial terhadap suatu proses konstruksi (Smith, 2007). Menurut Eastman et. al. (2008) BIM dapat membuat proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat sehingga dapat berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi karena BIM secara nyata memberikan perubahan dengan mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda.

Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek konstruksi di Indonesia sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Gedung Negara yang salah satu poinnya menjelaskan bahwa penggunaan Building Information Modeling (BIM) wajib diterapkan pada bangunan negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² dan di atas 2 (dua) lantai.

Perihal penerapan BIM terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan, di antaranya oleh Mainisa, dkk. (2023) disebutkan bahwa penerapan BIM yang dilakukan berupa permodelan 3D arsitektur, struktur dan mekanikal. Kelebihan dari penerapan BIM yang dilakukan menggunakan Software Open Building Designer yaitu dapat membantu pekerjaan arsitek, insinyur, dan ahli sipil. Kekurangan implementasi Building Information Modeling (BIM) menggunakan Software Open Building Designer di antaranya tidak dapat menggantikan profesi arsitek, insinyur, dan ahli sipil.

Wibowo (2023) menyebutkan bahwa alasan menggunakan BIM bermanfaat dalam mengontrol proyek konstruksi agar lebih baik, mendeteksi lebih dini potensi konflik selama fase desain, dan menjadi sarana promosi guna mendapatkan proyek baru. Wijaya dan Zaid (2024) menyebutkan bahwa ada dua faktor yang dapat berpengaruh terhadap minat para arsitek di Indonesia menerima penggunaan BIM melalui minat mereka, yaitu faktor persepsi kemudahan dan persepsi manfaat. Triono, et.al. (2022) menyebutkan bahwa implementasi BIM di industri AEC Indonesia masih dalam kategori rendah. Rendahnya tingkat implementasi BIM ini bisa dilihat dari indikator seperti jenis software berbasis BIM yang menunjukkan bahwa lebih dari 40% tidak pernah menggunakan software berbasis BIM. Implementasi BIM di



Indonesia juga masih berkisar dalam permasalahan pemodelan 3D (30%).

Irawan, et.al. (2021) menyebutkan bahwa langkah-langkah pemodelan BIM dengan program bantu Revit dimulai dari pembuatan file project, grid, level kemudian dilakukan pemodelan struktur dan arsitektur hingga didapatkan volume dan biaya masing-masing pekerjaan. Reista, et.al. (2022) menyebutkan bahwa rata-rata perbedaan pada rata-rata perbedaan penghitungan dengan BIM dan metode konvensional pada pekerjaan arsitektural yaitu 6% sedangkan pada pekerjaan struktur 5%. Perbedaan terjadi karena salah menghitung jumlah objek, kesalahan perhitungan, dan kesalahan interpretasi gambar.

Adhitama, et.al. (2020) menyebutkan bahwa berdasarkan pemodelan didapatkan volume tie beam sebesar 26,74 m³ dengan tulangan sebesar 4.361 kg, volume beton kolom lantai 1 sebesar 52,87 m³ dengan volume tulangan sebesar 12.176,39 dinding per meter sebesar 320,71 m². Galat yang muncul pada perhitungan volume beton pada pemodelan BIM dengan metode konvensional sebesar 0% dan galat yang muncul pada perhitungan tulangan sebesar 0 sampai 0,042%.

Rizqi Rahayu dan Dhony Priyo Susenon (2020), menyebutkan hasil perbandingan penghitungan volume antara metode konvensional dengan BIM didapatkan hasil untuk pekerjaan struktur beton bagian struktur atas (kolom, balok, dan lantai) diperoleh selisih 0,58% untuk pekerjaan beton, 0,18% untuk pekerjaan bekisting, dan 1,15% untuk pekerjaan pembesian. Hasil selisih menunjukkan bahwa quantity take off menggunakan Microsoft Excel lebih besar dibandingkan menggunakan Glodon Cubicost. Quantity takeoff menggunakan Glodon Cubicost dapat mengurangi budget RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) 0,511% dari RAB (Rencana Anggaran Biaya).

Andi, et.al. (2023) menyebutkan terdapat selisih total cost material menggunakan metode konvensional/ manual dan metode BIM, pada pekerjaan struktur diperoleh selisih sebesar 10,4 % dan pada pekerjaan arsitektur diperoleh selisih sebesar 5,4 %. Penggunaan Software berbasis BIM dalam pengerjaan design dapat mempermudah pengerjaan karena seluruh proses pengerjaan design saling terintegrasi sehingga lebih menghemat waktu dibandingkan dengan pengerjaan design menggunakan CAD yang dilakukan secara

terpisah dalam pengerjaannya. Wilona, et.al. (2022) menyebutkan Bill of Quantity menggunakan metode BIM menghasilkan volume lebih tinggi 1,24% untuk beton and 1,14% untuk tulangan dari metode Konvensional. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya ketelitian dalam perhitungan volume konvensional, sehingga volume yang dihasilkan tidak akurat. Kania, et.al. (2023) adanya perbedaan sebesar 0,0503 % antara perhitungan BIM dan manual. Penghitungan volume melalui BIM juga cukup cepat dan mudah daripada manual sehingga dapat menghemat efisiensi waktu.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, permasalahan dalam proyek konstruksi dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Belum adanya sumber literatur yang membahas penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam proyek konstruksi di Indonesia, yang menunjukkan kebutuhan untuk penelitian lebih lanjut di area ini
2. Penerapan BIM yang Terbatas dimana penerapan BIM masih belum banyak dieksplorasi, contohnya penerapan BIM dengan menggunakan Software Glodon Cubicost sebagaimana penelitian ini
3. Terdapat kebutuhan untuk membandingkan estimasi volume pekerjaan arsitektural yang menggunakan BIM dengan Software tertentu, misalnya Glodon Cubicost dan estimasi menggunakan CAD 2D, untuk mengetahui deviasi, selisih waktu, dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan
4. Manajemen proyek yang tidak efisien, dimana banyak proyek konstruksi yang tidak berjalan sesuai rencana, yang dapat disebabkan oleh manajemen yang kurang baik

Untuk memudahkan proses penelitian, dicari lokasi yang dekat sesuai domisili peneliti. Lokasi penelitian yang dipilih adalah di Kota Yogyakarta. Lokasi ini dipilih peneliti, karena belum ditemukan sumber literatur tentang penerapan BIM dalam proyek konstruksi di kota ini. Di Kota Yogyakarta ada proyek pembangunan yang menerapkan BIM, yaitu Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Penerapan BIM pada proyek ini menggunakan software Glodon Cubicost sebagaimana terdapat dalam dokumen RKS (Rencana Kerja dan Syarat) Penelitian ini

menjadi urgen untuk dilakukan, dengan alasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus pada BIM menggunakan software Glodon Cubicost, yang berbeda dari penelitian sebelumnya yang lebih banyak menggunakan software lain seperti Revit. Hal ini memberikan perspektif baru dalam penerapan BIM di proyek konstruksi
2. Penelitian ini dilakukan di Kota Yogyakarta, yang merupakan area yang belum banyak dieksplorasi dalam konteks penerapan BIM.
3. Penelitian ini tidak hanya membahas penerapan BIM, tetapi juga membandingkan hasil estimasi volume pekerjaan arsitektural antara metode BIM dan metode konvensional (CAD 2D).
4. Penelitian ini relevan dengan regulasi pemerintah yang mengharuskan penerapan BIM dalam proyek pembangunan di Indonesia, yang mulai berlaku sejak tahun 2023. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini tidak hanya akademis, tetapi juga praktis dan sesuai dengan kebutuhan industri saat ini
5. Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi bagi pemerintah, swasta, dan masyarakat dalam menerapkan BIM, serta berkontribusi pada pengembangan IPTEK di bidang arsitektur dan konstruksi

Dengan kombinasi faktor-faktor ini, penelitian ini menawarkan pendekatan yang segar dan relevan dalam konteks penerapan BIM di Indonesia, menjadikannya unik dan menarik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian terdahulu penerapan BIM lebih banyak menggunakan software revit, dalam penelitian ini penerapan BIM menggunakan software glodon cubicost. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian untuk mengungkapkan penerapan BIM dengan software glodon cubicost dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural, khususnya pada Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah tentang: "Implementasi BIM dengan Software Glodon Cubicost Dalam Estimasi Volume Pekerjaan Arsitektural Pada Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi Di Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat Dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta Tahun 2024". Batasan masalah dalam penelitian ini terkait dengan penerapan BIM difokuskan pada

yang terkait dengan pekerjaan arsitektural saja. Pekerjaan arsitektural yang dalam penelitian ini, di antaranya meliputi beberapa pekerjaan sebagai berikut : Pekerjaan pasangan dinding bata merah, Pekerjaan pasangan dinding bata ringan, Pekerjaan pasangan dinding partisi gypsum, Pekerjaan pasangan dinding partisi kubikal, Pekerjaan pasangan dinding rooster, Pekerjaan pasangan kusen pintu dan jendela, Pekerjaan kaca pintu dan jendela, Pekerjaan pasangan keramik lantai/HT dan dinding, Pekerjaan pengecatan, dan Pekerjaan plafond gypsum; Pekerjaan pasangan batu alam; Pekerjaan pasangan dinding dekoratif GRC; Pekerjaan pasangan sirip GRC; dan Pekerjaan pasangan rilling tangga.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mixed methods, yakni penggabungan antara penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Penelitian kualitatif merupakan proses penelitian untuk mendapatkan pemahaman mendalam dengan metodologi secara jelas guna melakukan penggalan atau mengeksplorasi persoa lantentang sosial dan kemanusiaan (Creswell, 1997: 15). Penelitian kuantitatif adalah diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2014: 7).

Desain dari penelitian ini adalah penggabungan penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif, yang biasa dikenal dengan istilah *mixed method*. Penelitian kuantitatif dilakukan untuk mengungkapkan fakta tentang penerapan BIM dengan Software Glodon Cubicost dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural pada Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan (FK KMK) Universitas Gadjah Mada.

Dengan metode kuantitatif peneliti dapat mengetahui implementasi penerapan BIM dalam pekerjaan tersebut. Dan peneliti dapat mengetahui perbedaan antara penghitungan secara metode konvensional dengan Microsoft Excell dan penghitungan secara BIM dengan Software Glodon



Cubicost. Desain penelitian tentang estimasi volume pekerjaan arsitektural secara BIM dengan Software Glodon Cubicost ini terangkum dalam tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Perihal	Metode	
	Kuantitatif	Kualitatif
Sumber informasi dan Cara menggali informasi	Data yang memuat volume pekerjaan arsitektural dari <i>Glodon Cubicost (TAS)</i> dan <i>Microsoft Excell</i>	Wawancara pada: Perencana, Penyedia/Kontraktor, Pengawas, dan Pemilik Proyek

Lokasi penelitian ini Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada yang beralamatkan di Jl. Formako, Sekip Utara, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281. Obyek penelitiannya adalah volume pekerjaan arsitektural pada proyek pembangunan Gedung Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada.

Populasi adalah populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas subjek atau objek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2014: 130). Populasi dalam penelitian ini adalah Perencana, Penyedia, Pengawas, Pemilik Proyek, dan Pengguna dari proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi FK KMK UGM.

Dalam penelitian ini, teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling. Purposive sampling adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu, misalnya orang tersebut dianggap paling tahu tentang apa yang kita harapkan, sehingga akan memudahkan peneliti menjelajahi obyek/situasi sosial yang diteliti. (Sugiyono, 2014:300). Data kuantitatif sampelnya adalah penyedia dan pengawas untuk mengetahui volume pekerjaan arsitektural pada proyek pembangunan gedung mikrobiologi di FK KMK UGM Yogyakarta. Data kualitatif sampelnya adalah perencana, pengawas, penyedia, dan pemilik proyek pada proyek pembangunan gedung mikrobiologi di FK KMK Yogyakarta.

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2019: 68). Variabel dalam penelitian ini ada dua, yaitu volume pekerjaan arsitektural (Y) sebagai variabel terikatnya.



Bagan 1. Hubungan Antar Variabel

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, di antaranya: observasi, wawancara, studi dokumen, studi literatur, dan pemodelan. Instrumen yang digunakan untuk menggali data, di antaranya: peneliti, panduan wawancara, alat tulis, kamera/alat perekam, dan laptop/computer. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian analisis induktif dan analisis deduktif. Metode Induktif digunakan peneliti untuk menghimpun data-data yang didapatkan di lapangan untuk memudahkan dalam melakukan koding, kategorisasi, dan pengelompokan. Dan metode deduktif dilakukan setelah metode induktif dikerjakan untuk melakukan analisis dan pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

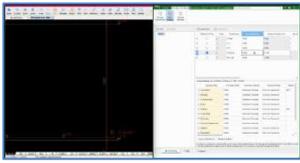
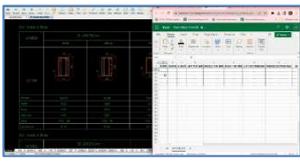
3.1. Penerapan BIM dengan Software Glodon Cubicost

Penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost dalam menghitung volume pekerjaan arsitektural melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah persiapan data, di mana gambar kerja diperiksa dengan teliti. Langkah berikutnya adalah mengimpor gambar ke Cubicost dari AutoCAD dan membuat model 3D untuk elemen arsitektural seperti dinding, lantai, dan atap. Volume material dihitung dengan fitur perhitungan dalam Cubicost untuk setiap elemen arsitektural berdasarkan dimensi yang diukur.

Setelah itu dilakukan analisis dan simulasi untuk mengevaluasi akurasi dan efektivitas biaya. Terakhir, laporan estimasi disusun dalam format Excel yang mencakup estimasi volume, jenis material, dan

rekomendasi untuk pengelolaan proyek. Penerapan BIM merupakan cara yang efisien dan akurat untuk menghitung volume pekerjaan. Dengan BIM, estimasi volume dapat dilakukan secara otomatis dan detail, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan perencanaan yang lebih baik terkait kebutuhan material. Langkah penerapan BIM terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2. Langkah-langkah Penerapan BIM dengan Software Glodon Cubicost

No	Urutan Langkah	Gambar <i>Screen Shoot</i> di Software
1	Persiapan Data	
2	Mengimport Gambar ke Cubicost	
3	Pembuatan Model 3D	
4	Estimasi Volume	
5	Analisis dan Simulasi	
6	Penyusunan Laporan	

3.2. Deviasi Estimasi Volume Pekerjaan Arsitektural

3.2.1. Volume Pekerjaan Di Lantai 1

Penghitungan estimasi volume pekerjaan arsitektural pada proyek Gedung Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada di Lantai 1 disajikan dalam tabel. Dengan diterapkannya BIM menggunakan software Glodon Cubicost, selisih hitungan volume pekerjaan lebih rendah daripada metode konvensional, yaitu 225,985 m² atau 9,22%. Namun, tidak semua item pekerjaan arsitektural memiliki volume yang jelas, terutama karena perbedaan format laporan antara metode konvensional dan BIM. Secara sederhana estimasi volume pekerjaan di lantai 1 terangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Estimasi Volume Pekerjaan Di Lantai 1

No.	Nama Pekerjaan	Estimasi Luas/Volume Pekerjaan					Ket.
		Sat.	Renc.	CAD/... Excell.	BIM	Selisih	
1	Pas. dinding bata merah	m ²	176,66	259,985	268,687	8,702	
2	Pas. dinding bata ringan	m ²	479,2	443,992	433,591	-10,401	
3	Dind. Partisi Gypsum	m ²	115,93	127,212	122,237	-4,975	
4	Pintu dan jendela	Un	36	36	36	-	
5	Keramik Lantai/HT	m ²	287,56	287,99	304,284	16,294	
6	Pengecatan	m ²	1092,94	1389,6	984,796	-404,804	
7	Plafond Gypsum	m ²	262,28	266,95	266,15	-0,8	
Jumlah Total			2450,57	2811,729	2415,745	Selisih Hitungan	
			Selisih hitungan konvensional terhadap Perencanaan			361,159	14,3
			Selisih hitungan BIM terhadap Perencanaan			225,985	9,22

Keunggulan penerapan BIM dengan Glodon Cubicost adalah kemampuannya dalam menghitung volume pekerjaan secara lebih detail. Perbedaan hitungan volume antara BIM dan metode konvensional disebabkan oleh cara memasukkan item hitung dan tingkat penguasaan SDM terkait software BIM. Penggunaan BIM pada proyek konstruksi di Yogyakarta terbilang baru, sehingga pengaplikasiannya belum optimal. Pada proyek tersebut, penghitungan volume menggunakan BIM dengan software glodon cubicost dilakukan untuk pertama kalinya

3.2.2. Volume Pekerjaan Di Lantai 2

Estimasi volume pekerjaan arsitektural untuk lantai 2 Gedung Mikrobiologi FKKMK UGM terdapat dalam tabel. Hasilnya menunjukkan penghitungan dengan BIM lebih akurat. Dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural di lantai 2, selisih



dengan metode konvensional sebesar 20,821 atau 0,85% dari perencanaan, sedangkan dengan BIM hanya 0,755 atau 0,03% dari perencanaan. Secara sederhana estimasi volume pekerjaan arsitektural di lantai 2 terangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Estimasi Volume Pekerjaan Di Lantai 2

No	Nama Pekerjaan	Estimasi Luas/Volume Pekerjaan					
		Sat	Renc.	CAD/Excell	BIM	Selisih	Ket
1	Pas. dinding bata merah	m ²	107,420	202,818	166,328	36,490	
2	Pas. dinding bata ringan	m ²	475,800	475,802	460,285	15,517	
3	Dind. Partisi Gypsum	m ²	3,670	3,900	3,776	0,124	
4	Pintu dan jendela	Un	34,000	41,000	37,000	4,000	
5	Keramik Lantai/HT	m ²	57,300	57,000	52,998	4,002	
6	Pengecatan	m ²	1512,620	1348,328	1326,179	22,149	
7	Plafond Gypsum	m ²	223,970	251,450	257,205	-5,755	
Jumlah Total			2450,57	2811,729	2415,745	Selisih Hitungan	
Selisih hitungan konvensional terhadap Perencanaan						20,821	0,85
Selisih hitungan BIM terhadap Perencanaan						0,755	0,03

3.2.3. Volume Pekerjaan Di Lantai 3

Estimasi volume pekerjaan arsitektural untuk Gedung Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan UGM di Lantai 3 dihitung menggunakan metode konvensional dan BIM. Data menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua metode, di mana penghitungan dengan BIM lebih akurat. Selisih volume pekerjaan arsitektural di lantai 3 adalah sekitar 10,7% dari perencanaan dengan metode konvensional, dan 10,2% dari perencanaan dengan BIM. Pekerjaan dapat dihitung dengan akurat menggunakan BIM, sebagaimana terangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Estimasi Volume Pekerjaan Di Lantai 3

No	Nama Pekerjaan	Estimasi Luas/Volume Pekerjaan					
		Sat	Renc.	CAD/Excell	BIM	Selisih	Ket
1	Pas. dinding bata merah	m ²	103,300	160,350	132,567	27,783	
2	Pas. dinding bata ringan	m ²	462,860	439,977	438,455	1,522	
3	Dind. Partisi Gypsum	m ²	8,790	7,200	10,309	-3,109	
4	Pintu dan jendela	Un	36,000	40,000	28,000	12,000	
5	Keramik Lantai/HT	m ²	285,630	319,393	283,847	35,546	
6	Pengecatan	m ²	1227,840	1394,835	1387,041	7,794	
7	Plafond Gypsum	m ²	294,720	315,541	296,417	19,124	
Jumlah Total			2450,57	2811,729	2415,745	Selisih Hitungan	
Selisih hitungan konvensional terhadap Perencanaan						258,156	10,67
Selisih hitungan BIM terhadap Perencanaan						249,708	10,32

3.2.4. Volume Pekerjaan Di Lantai Atap

Yusuf W., Muh.; dkk., Implementasi Bim Dengan Software Glodon Cubicost Dalam Estimasi Volume Pekerjaan Arsitektural

Estimasi volume pekerjaan arsitektural untuk Gedung Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada di Lantai atap dihitung menggunakan metode konvensional dan BIM. Data menunjukkan perbedaan signifikan, di mana penghitungan dengan BIM lebih akurat. Berdasarkan data yang terangkum dalam tabel untuk estimasi volume pekerjaan arsitektural di lantai Atap selisihnya 60,13 atau sekitar 9,99 % dari perencanaan, sementara dengan BIM selisihnya 16,62 atau sekitar 2,76 % dari perencanaan. Meskipun tidak semua item pekerjaan arsitektural dapat diketahui volumenya dan dapat dihitung dengan BIM. Secara sederhana estimasi volume pekerjaan di lantai atap terangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Estimasi Volume Pekerjaan Di Lantai Atap

No	Nama Pekerjaan	Estimasi Luas/Volume Pekerjaan					
		Sat	Renc.	CAD/Excell	BIM	Selisih	Ket
1	Pasangan Dinding bata ringan	m ²	81,69	80,47	81,449	0,979	
		m ³			8,146	8,146	
2	Plesteran dinding	m ²	173,41	193,86	176,315	-17,545	
3	Acian dinding	m ²	173,41	193,86	176,315	-17,545	
4	Pengecatan	m ²	173,41	193,86	176,315	-17,545	
Jumlah Total			601,92	662,05	618,54	Selisih Hitungan	
Selisih hitungan konvensional terhadap Perencanaan						60,13	9,99
Selisih hitungan BIM terhadap Perencanaan						16,62	2,76

3.3. Selisih Waktu Penghitungan Volume Pekerjaan Arsitektural

Selisih waktu di sini tidak terkait dengan percepatan atau akselerasi dalam pekerjaan arsitektur, tetapi dengan estimasi volume pekerjaan. Metode konvensional menggunakan gambar 2D dan perhitungan manual, yang memakan waktu lama dan rentan terhadap kesalahan. Penggunaan BIM dan software Glodon Cubicost mempercepat estimasi volume dengan integrasi data dan visualisasi 3D, mengurangi waktu untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi proyek dari berbagai sumber.

Penerapan BIM tidak hanya mempercepat estimasi volume, tetapi juga meningkatkan akurasi, mengurangi risiko kesalahan dan revisi yang memakan waktu. Namun, keterlambatan dalam proyek Gedung Mikrobiologi Universitas Gadjah Mada tidak disebabkan oleh penggunaan BIM, melainkan oleh keterlambatan material MEP, dokumentasi yang tidak rutin, dan

tantangan dalam pengawasan dan koordinasi.

Kendala-kendala ini memengaruhi proses penghitungan volume pekerjaan arsitektural karena harus menunggu material yang belum ada dan proses pekerjaan yang tertunda.

Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa keterlambatan dalam proyek konstruksi seringkali disebabkan oleh masalah logistik, manajemen waktu, dan komunikasi antar tim. Meskipun penggunaan BIM dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam estimasi volume pekerjaan, keterlambatan dalam proyek seringkali disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti keterlambatan material, dokumentasi yang tidak rutin, dan tantangan dalam pengawasan dan koordinasi antar tim proyek.

3.4. Efisiensi Jumlah Tenaga Kerja di Lapangan

Penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost dalam penelitian ini tidak berpengaruh pada efisiensi jumlah tenaga kerja di lapangan pada proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi. Fokus penelitian adalah peningkatan akurasi dan kecepatan dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural. Meskipun BIM dapat membantu dalam perencanaan yang lebih baik, jumlah tenaga kerja di lapangan lebih terkait dengan manajemen proyek, pengaturan jadwal, dan metode konstruksi yang digunakan. Meskipun estimasi volume pekerjaan lebih efisien dengan BIM, kebutuhan tenaga kerja sesuai dengan jenis pekerjaan dan tidak secara otomatis berkurang.

Penerapan BIM dapat membantu meningkatkan kualitas perencanaan dan estimasi, namun keputusan mengenai jumlah tenaga kerja tetap bergantung pada manajemen proyek dan strategi pelaksanaan. Gambar progres pembangunan menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja di lapangan disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilaksanakan. Jumlah pekerja akan berbeda tergantung pada jenis pekerjaan, seperti pada pekerjaan struktur dan arsitektural.

Efisiensi dalam estimasi volume tidak selalu berbanding lurus dengan efisiensi jumlah tenaga kerja, yang lebih tergantung pada pengelolaan pekerjaan di lapangan. Meskipun teknologi BIM dapat membantu meningkatkan akurasi estimasi, faktor-faktor lain seperti kompleksitas proyek dan keterampilan tenaga kerja tetap mempengaruhi kebutuhan akan jumlah

tenaga kerja yang cukup untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi.

3.5. Evaluasi Penerapan BIM

3.5.1. Perencana

Perencana yang menjadi konsultan untuk Proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di UGM, Yogyakarta adalah CV Cakra Manggilingan Jaya. Mereka menjelaskan bahwa BIM adalah penting untuk memahami karakteristik bangunan secara visual dan memiliki manfaat besar dalam estimasi volume pekerjaan. Tujuan dari mencari volume pekerjaan adalah untuk mengetahui kebutuhan material dan estimasi biaya proyek. Penggunaan software Glodon Cubicost dalam penerapan BIM memungkinkan perhitungan volume yang lebih cepat, detail, dan akurat, dengan hasil yang sesuai dengan rencana perencanaan.

Perencana menilai bahwa Glodon Cubicost memberikan hasil estimasi yang lebih akurat dibandingkan metode tradisional dengan Microsoft Excel. Dengan model 3D yang dihasilkan melalui BIM, perencana dapat melakukan analisis lebih mendalam terhadap elemen proyek, mengurangi risiko kesalahan dalam perhitungan volume dan material yang dibutuhkan.

Penerapan BIM juga memungkinkan berbagai pihak yang terlibat dalam proyek untuk berkolaborasi lebih efektif, dengan komunikasi yang lebih lancar dan identifikasi potensi konflik lebih awal. Meskipun terdapat tantangan terkait kompetensi personal dan adaptasi terhadap teknologi baru dalam penerapan BIM, evaluasi menunjukkan bahwa teknologi ini dapat mempercepat estimasi volume pekerjaan, merencanakan anggaran dengan lebih baik, dan menghindari pengeluaran tidak terduga dalam proyek konstruksi. Secara keseluruhan, perencana optimis terhadap potensi teknologi BIM dengan Glodon Cubicost untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kolaborasi dalam proyek pembangunan Gedung Mikrobiologi di UGM.

3.5.2. Penyedia

Penyedia, CV Mitra Karya Mandiri, menerapkan BIM dengan software Glodon Cubicost untuk mempermudah perhitungan volume dalam proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada. Mereka menyatakan bahwa BIM penting untuk estimasi volume guna menghindari pembelanjaan berlebih, tenaga kerja yang



tidak efisien, dan untuk memperkirakan waktu pekerjaan. Meskipun belum pernah menerapkan BIM sebelumnya, mereka telah melihat manfaatnya dalam menghitung estimasi pekerjaan arsitektural.

Penyedia menyatakan bahwa menerapkan BIM dengan software Glodon Cubicost memungkinkan mereka untuk menghitung estimasi volume pekerjaan arsitektural secara lebih akurat, meskipun kendala komunikasi dan permodelan mungkin dihadapi. Namun, mereka yakin bahwa manfaat yang didapatkan dari BIM jauh lebih besar daripada tantangan yang dihadapi. Mereka menekankan pentingnya pelatihan untuk memahami dengan baik teknologi BIM dan software Glodon Cubicost guna memaksimalkan potensinya.

Penyedia juga meyakini bahwa penerapan BIM dapat meningkatkan kolaborasi antara berbagai pihak yang terlibat dalam proyek, meningkatkan transparansi, dan membantu dalam pemantauan dan evaluasi proyek. Mereka percaya bahwa dengan data yang akurat dan terintegrasi, proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran. Dalam konteks proyek mikrobiologi yang kompleks, komunikasi yang efektif menjadi kunci dalam memastikan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Penyedia optimis bahwa penerapan BIM dengan Glodon Cubicost akan membawa efisiensi dan efektivitas yang signifikan dalam industri konstruksi.

3.5.3. Pengawas

Pengawas di proyek Pembangunan Gedung Mikrobiologi di Universitas Gadjah Mada mempertimbangkan penerapan teknologi Building Information Modeling (BIM) dengan software Glodon Cubicost. Mereka melihat bahwa BIM dapat membantu dalam estimasi volume pekerjaan secara akurat dan efisien, serta memfasilitasi pengawasan yang lebih efektif selama pelaksanaan proyek. Pengawas mengakui bahwa penerapan BIM dapat meningkatkan kolaborasi antara berbagai pihak yang terlibat dalam proyek dan memungkinkan akses yang lebih baik terhadap informasi proyek secara real-time. Mereka juga menyoroti pentingnya pelatihan yang memadai dalam penggunaan software Glodon Cubicost agar semua pihak dapat beroperasi dengan efisien.

Selain itu, pengawas menilai bahwa penerapan BIM dapat membantu dalam proses monitoring dan evaluasi proyek, dengan memberikan data yang lebih akurat dan terperinci untuk melakukan analisis yang

lebih baik terhadap kemajuan proyek dan mengidentifikasi potensi masalah lebih awal. Meskipun terdapat beberapa kendala seperti fitur yang kurang lengkap dalam aplikasi BIM dan penyesuaian satuan volume yang harus dilakukan secara mandiri, pengawas percaya bahwa manfaat yang diperoleh dari penerapan BIM dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi proyek secara keseluruhan. Pendapat pengawas ini memberikan gambaran positif tentang penerapan BIM dengan Glodon Cubicost dalam proyek konstruksi. Mereka melihat teknologi ini sebagai alat yang dapat membantu meningkatkan akurasi, efisiensi, kolaborasi, dan pengawasan proyek secara keseluruhan.

3.5.4. Pemilik Proyek

Pemilik proyek di sini adalah pihak yang dipercaya untuk memimpin proyek pembangunan Gedung Mikrobiologi di Universitas Gadjah Mada. Mereka bekerja dengan tim ahli dari Kantor Pengadaan UGM yang bertindak sebagai Pejabat Pembuat Perjanjian (PPP). Penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam estimasi volume pekerjaan membantu dalam akselerasi pekerjaan dengan presisi yang lebih baik. Bapak Wahyu Purnomo, ST., M.Sc., salah satu staf ahli di Kantor Pengadaan UGM, menjelaskan bahwa memiliki manfaat yang signifikan dengan menerapkan BIM, seperti mendetailkan dan menghitung volume pekerjaan di lokasi yang sulit dijangkau secara manual. Namun, pengguna harus memahami pekerjaan yang dilakukan agar proses penghitungan volume pekerjaan berjalan dengan baik.

Pemilik proyek menyadari bahwa penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost dapat memberikan keuntungan dalam efisiensi biaya, waktu, dan kualitas hasil akhir proyek. Mereka menekankan bahwa BIM dapat mengurangi risiko pemborosan material dan biaya yang tidak terduga, serta meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan kolaborasi antar pihak terkait proyek. Dalam pengalaman penerapan BIM dengan Glodon Cubicost, pemilik proyek merasa optimis dan setuju untuk terus menggunakannya. Mereka merencanakan anggaran dengan lebih baik berkat estimasi yang lebih akurat dan dapat menghindari pengeluaran berlebihan. Selain itu, BIM membantu memahami desain dan spesifikasi teknis proyek, serta memastikan kualitas bangunan yang lebih baik. Secara keseluruhan, pemilik proyek percaya bahwa

BIM dengan Glodon Cubicost dapat membawa perubahan positif dalam pengelolaan proyek konstruksi. Meskipun ada tantangan dalam implementasinya, manfaat yang diperoleh diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, dan transparansi proyek secara keseluruhan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, kesimpulan dari penelitian ini, di antaranya sebagai berikut:

1. Penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost untuk estimasi perhitungan volume pekerjaan arsitektural diawali dari tahap persiapan, tahap pengimporan gambar 2D dari Auto CAD, tahap pembuatan gambar 3D, estimasi volume, analisis dan simulasi, dan diakhiri tahap penyusunan laporan dalam format excell.
2. Nilai deviasi yang dihasilkan dari estimasi perhitungan volume pekerjaan arsitektural melalui BIM dengan Software Glodon Cubicost lebih presisi dan akurat dibandingkan dengan menggunakan CAD 2D melalui penghitungan manual di microsoft excell. Jumlah total volume pekerjaan arsitektural 7886,410 m², penghitungan volume pekerjaan dengan metode konvensional mencapai 8586,676 m² dan penghitungan volume pekerjaan dengan BIM mencapai 8438,024 m². Adapun selisih volume pekerjaan arsitektural dengan metode konvensional terhadap perencanaan adalah 700,26 atau sekitar 8,88 % dari perencanaan. Sementara selisih volume pekerjaan arsitektural dengan BIM terhadap perencanaan lebih sedikit dari metode konvensional yaitu 551,61 atau sekitar 6,99 % dari perencanaan.
3. Tidak ditemukan adanya selisih waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan arsitektural dan pekerjaan lainnya terkait penerapan BIM dengan Software Glodon Cubicost pada proyek pembangunan, karena penerapan BIM hanya untuk melakukan estimasi volume pekerjaan saja.
4. Tidak ditemukan adanya efisiensi jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan arsitektural dan pekerjaan lainnya terkait penerapan BIM dengan Glodon Cubicost di proyek konstruksi.
5. Secara umum perencana, pengawas, penyedia, dan pemilik proyek terkait

penerapan BIM dengan Software Glodon Cubicost, berpendapat bahwa penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost memberikan dampak positif yang signifikan dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural. Meskipun ada tantangan dalam implementasi, manfaat yang diperoleh dalam hal akurasi, efisiensi, dan kolaborasi antara pemangku kepentingan menjadikan teknologi ini sangat berharga dalam industri konstruksi.

Saran/Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran dari penelitian ini, di antaranya sebagai berikut:

1. Pelatihan Pengguna, Dianjurkan untuk mengadakan program pelatihan yang komprehensif bagi pengguna software Glodon Cubicost. Pelatihan ini harus mencakup pemahaman mendalam tentang fitur-fitur software, teknik estimasi yang tepat, serta cara mengintegrasikan BIM dalam proses kerja sehari-hari.
2. Pengembangan Fitur Software, Saran untuk pengembang software Glodon agar terus meningkatkan fitur-fitur yang ada, termasuk penambahan opsi untuk pemisahan volume pekerjaan yang lebih fleksibel.
3. Peningkatan Infrastruktur, Diperlukan peningkatan infrastruktur teknologi di perusahaan konstruksi untuk mendukung penerapan BIM, termasuk penyediaan perangkat keras yang memadai dan koneksi internet yang stabil, sehingga pengguna dapat mengakses dan menggunakan software dengan lebih efektif
5. Kolaborasi Antara Pemangku Kepentingan, Mendorong kolaborasi yang lebih baik antara semua pemangku kepentingan dalam proyek, termasuk arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemilik proyek. Dengan adanya komunikasi yang baik dan pemahaman yang sama tentang model 3D, risiko kesalahan dan konflik di lapangan dapat diminimalkan
6. Evaluasi dan Umpan Balik, Melakukan evaluasi berkala terhadap penerapan BIM dan mengumpulkan umpan balik dari pengguna untuk terus memperbaiki proses dan teknologi yang digunakan. Hal ini akan membantu dalam mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul dan mencari solusi yang tepat
7. Studi Kasus dan Penelitian Lanjutan, Mendorong penelitian lebih lanjut dan



studi kasus yang lebih banyak mengenai penerapan BIM dengan software Glodon di berbagai proyek konstruksi. Ini akan memberikan wawasan yang lebih luas tentang manfaat dan tantangan yang dihadapi, serta praktik terbaik yang dapat diadopsi oleh industri

Dengan mengikuti saran-saran ini, diharapkan penerapan BIM dengan software Glodon Cubicost dapat lebih optimal dan memberikan hasil yang lebih baik dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, et.al. (2021) Penerapan Building Information Modeling (BIM) Dalam Analisis Waktu Dan Anggaran Biaya Struktur Dan Arsitektur (Studi Kasus: Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember). *Journal Of Applied Civil Engineering And Infrastructure Technology (Jaceit)* Vol. 2 No. 1. 2021 hlm. 35
- Qodiron, et.al. (2023). Penerapan Sketchup dalam Perhitungan Rencana Anggaran Biaya sebagai Pendekatan BIM pada Pembangunan Rumah Tipe 45 *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil* Vol. 7 No. 2 (2023) ISSN: 2615-3513 e-ISSN: 2655-934X DOI: <http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v7i2.14253> , hlm. 173
- Ervianto, I.W. (2005). manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi. Yogyakarta. Andi.
- Vanath, et.al. (2023) Analisis Penerapan Konsep Building Information Modelling Pada Proyek Gedung Poltekkes Kemenkes, Maluku *Seminar Nasional "Archipelago Engineering" 2023* ISSN 2620-3995 (Print) ISSN 2798-7310 (Online, hlm. 77
- Jatmiko, et.al. (2023) Pemodelan Building Information Modeling Bangunan Rumah Sakit Untuk Pengecekan Volume Dan Bentrokan *Jurnal Arsitekta : Jurnal Arsitektur dan Kota Berkelanjutan* Volume 5 No. 01: Mei 2023, hlm. 1
- Sabil dan Erizal (2023) Penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta Pusat *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan* EISSN:2549-1407 Vol. 08 No. 02 Agustus 2023 hlm. 95 <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jsil>
- Putra dan Herzanita (2022) Identifikasi Parameter Input Estimasi Biaya Pada Bim (Building Information Modeling) *Jurnal Artesis*. Vol.2 (1), 2022 , hlm. 54
- Frans, B., dan J. Messner (2019) Evaluating the impact of building information modeling on project performance. *Journal of Computing in Civil Engineering* Vol. 33(3): 04019015.
- Smith, D., (2007). An Introduction to Building Information Modeling (BIM). *Journal of Building Information Modeling*, hlm. 4-12.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. 2008. BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling For Owners, managers, Architects, Engineers, Contractors and Fabricators, Wiley, Hoboken, N.J
- Maulana, et.al. (2023) Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Pekerjaan Pada Gedung Bertingkat Rumah Susun BBPJK XI/PJK I Kalimantan *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* Vol. 6. No. 1 Juni 2023 E-ISSN: 2656-6001, hlm. 144
- Artanti, et.al. (2022) Perbandingan Boq Tulangan Antara Metode Konvensional Dengan BIM Apartemen "X" *Politeknologi* Vol. 21 No. 1 Januari 2022, hlm. 29
- Mainisa, et.al. (2023) Implementasi Bim Dalam Permodelan 3d Pembangunan Gedung Kantor Cabang BRI Batusangkar Menggunakan Software Openbuildings Designer. *Ensiklopedia Research and Community Service Review* Vol. 2 No.3 Juni 2023 hlm. 147
- Wibowo, et.al. (2019) Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna
- Wijaya dan Zaid (2024). Penerapan Technology Acceptance Model (TAM) pada penggunaan Building Information Modeling (BIM) oleh para Arsitek Indonesia *Journal of Multidisciplinary Science* Vol. 1 No. 1, January 2024, P-ISSN: 3046-692X, E-ISSN: 3046-6911 hlm.. 42-50

- Triono, et.al. (2022) Praksis Implementasi Pemodelan Informasi Bangunan (Building Information Modeling /BIM) dalam Industri Arsitektur, Rekayasa Dan Konstruksi Modern (Architecture, Engineering and Construction (AEC)Industry) *Jurnal Talenta Sipil* Volume 5 Nomor 1, Februari 2022, Fakultas Teknik Universitas Batanghari ISSN 2615-1634 (Online), DOI <http://10.33087/talentasipil.v5i1.102> hlm. 101-108
- Irawan, et.al. (2021) Penerapan Building Information Modeling (BIM) Dalam Analisis Waktu Dan Anggaran Biaya Struktur Dan Arsitektur (Studi Kasus: Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember) *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure (JACEIT)* Vol.2 No. 1 (2021) hlm. 35 –39
- Reista, et.al.(2022) Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural *Journal of Sustainable Construction* Vol. 2, No. 1, Oktober 2022, e-ISSN: 2808-2869 doi https://journal.unpar.ac.id/index.php/josc_hlm.13-22
- Adhitama, et.al. (2020) Penerapan Metode Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Gedung Integrated Laboratory for Natural Science and Food Technology Universitas Jember *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, eISSN 2548-9518 Vol. 4, No. 2, Tahun 2020, hlm. 113-119
- Rizqi Rahayu dan Dhony Priyo Susenon (2020) Analisis Perbandingan Quantity Take Off Menggunakan BIM Glodon Cubicost dengan Microsoft Excel *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 16, No. 2, 2023 p-ISSN: 2963-7287 e-ISSN: 2963-6701, hlm. 1-15
- Andi, et.al. (2023) Analisis Penerapan Konsep Building Information Modelling Pada Proyek Gedung Poltekkes Kemenkes, Maluku Seminar Nasional “ARCHIPELAGO ENGINEERING” 2023 ISSN 2620-3995 (Print) ISSN 2798-7310 (Online)
- Wilona, et.al. (2022) Perbandingan BIM Dengan Konvensional Pada Hasil BQ Proyek X *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure* (JACEIT) Vol. 3 No. 2 (2022), hlm. 01 – 09
- Kania, et.al. (2023) Implementasi Bim Dalam Perhitungan Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek Rtct Pertamina *Jurnal Deformasi* Volume 8-2, Desember 2023, ISSN 2477- 4960, EISSN 2621-7929
- Creswell (1997) *Qualitative Inquiry And Research Design: Choosing Among Five Traditions California, USA*: SAGE Publications, Inc, hlm. 15
- Sugiyono (2014) *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R & D* Bandung : Penerbit Alfabet Hlm. 7