BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Umum dan Beberapa Penelitian Terdahulu

Konsep *Building Information Modeling (BIM)* sudah ada sejak 1970-an oleh Prof. Charles Eastman di *Georgia Tech Sch Architecture*, tetapi istilahnya muncul pertama kali dalam artikel pada tahun 1992 oleh GA Van Nederveen dan FP Tolman (Aryani, *et.al.*, 2014; Laurent, *et.al.*, 2019 dalam Putri, *et.al.*, 2023). *Building Information Modeling (BIM)* baru mulai mendapatkan banyak perhatian setelah dirilisnya artikel “*Building Information Modeling*” oleh Autodesk pada tahun 2002 (Heryanto, *et al*, 2020). Tingkat atau persentase adopsi *Building Information Modeling (BIM)* sejak dulu di berbagai negara berbeda-beda.

Di Amerika Serikat, *Building Information Modeling (BIM)* mulai diterapkan sejak tahun 2003 dan mengalami perkembangan pesat di sektor industri konstruksi tahun 2007 (Fakhrudin, *et.al.*, 2019). Di Asia tahun 2008, Singapura menjadi negara pertama yang mengadopsi *BIM* dan menjadi negara pertama yang mewajibkan penggunaan *BIM e-submission* (Mehran, 2016). Pada tahun 2010 negara Asia seperti: Cina, Korea Selatan, Vietnam, dan Malaysia juga mulai menerapkan *BIM*. Sedangkan di Indonesia *BIM* mulai diadopsi pada tahun 2012 dan pertama kali didokumentasikan dalam artikel tahun 2013 (Telaga, 2018).

Transformasi *Building Information Modeling (BIM)* memiliki manfaat membawa perubahan signifikan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dan pengembangan infrastruktur dalam merencanakan, mendesain, membangun, dan mengelola proyek konstruksi. Namun selain kelebihan yang dimiliki, tentunya

adopsi *BIM* juga dihadapkan pada tantangan atau hambatan yang harus dihadapi. Jika dibandingkan dengan negara lain, perkembangan adopsi *BIM* di Indonesia lebih lambat dan terbatas (Setiawan, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hatmoko, *et.al.*, (2019) menunjukkan 12 dari 20 (60%) perusahaan penyedia jasa konstruksi terdiri dari 2 konsultan, 6 kontraktor, dan pemilik yang telah mengadopsi *Building Information Modeling (BIM)* secara penuh atau sebagian dalam operasionalnya. Dalam penelitian yang dilakukan Van Roy dan Firdaus (2020) disebutkan lebih dari 60% perusahaan penyedia jasa konstruksi di Indonesia telah mengadopsi *Building Information Modeling (BIM)*.

Hwang, *et. al.*, (2019) melakukan kajian dampak *BIM* terhadap *rework* pada proyek konstruksi dan berdasarkan analisis data empiris menemukan bahwa proyek konstruksi yang menggunakan *BIM* memiliki persentase *rework* lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak menggunakan *BIM*. Lebih lanjut, dari penelitian ini juga disimpulkan bahwa *BIM* secara umum memberikan dampak penurunan biaya dan waktu. Penelitian ini diklaim sebagai penelitian pertama yang mengorelasikan pemanfaatan *BIM* dengan *rework*.

Frans dan Messner (2019) menemukan beberapa temuan terkait adopsi *BIM* dengan keterlibatan kontraktor, metode pengadaan kontraktor, kriteria pemilihan kontraktor, jenis kontrak konstruksi, pemanfaatan bangunan, jenis klien, dan luas bangunan. Sebagai contoh, adopsi tertinggi terjadi jika kontraktor sudah mulai terlibat sejak desain konseptual dan pradesain dan terendah jika dilakukan pemisahan keduanya dalam fase pelelangan. Pemilihan kontraktor menggunakan *best value* atau kontrak *cost and fee* cenderung menghasilkan

tingkat adopsi *BIM* yang tinggi.

Abubakar *et.al*, (2018) membahas tingkat kesadaran responden terhadap *BIM* dan persepsi mereka tentang faktor pendorong serta hambatan untuk pengadopsiannya di industri konstruksi Nigeria. Mereka mendapatkan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi teknologi *BIM* di industri konstruksi Nigeria. Temuan mengungkapkan bahwa ketersediaan profesional terlatih untuk menangani piranti *BIM*, ketersediaan perangkat lunak dan keterjangkauan, dan lingkungan yang mendukung dapat menjadi penggerak *BIM* yang paling signifikan dalam industri konstruksi Nigeria, diikuti oleh minat klien dalam penggunaan *BIM* diproyek-proyek mereka dan kesadaran teknologi di antara para pemangku kepentingan industri.

Akintola *et.al*. (2017) menyatakan tantangan utama penerapan *BIM* di Afrika Selatan terletak pada adanya persepsi bahwa proses dan prosedur *BIM* kompleks dan rumit, kurangnya profisiensi, dan pengetahuan berdasarkan pengalaman yang berbeda-beda. Ozorhon dan Cinar (2017) mengemukakan bahwa faktor terkait SDM, industri, proyek, faktor terkait kebijakan, dan sumber daya adalah sumber utama keberhasilan mengaplikasikan *BIM*. Ada 16 faktor kunci sukses yang dikelompokkan ke dalam faktor-faktor tersebut; tiga yang terpenting adalah ketersediaan staf yang mumpuni, kepemimpinan yang efektif, dan ketersediaan informasi dan teknologi.

Beberapa penelitian terdahulu terkait penerapan *BIM* dalam proyek

konstruksi terangkum dalam tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	Triono Subagio, Dimas Wicaksono, Teguh Prihanto, Eko Budi Santoso (2022) DOI 10.33087/talenta sipil.v5i1.102	<i>Praksis Implementasi Pemodelan Informasi Bangunan (Building Information Modeling /BIM) dalam Industri Arsitektur, Rekayasa Dan Konstruksi Modern (Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry)</i>	Implementasi <i>BIM</i> di industry AEC Indonesia masih dalam kategori rendah. Rendahnya tingkat implementasi <i>BIM</i> ini bisa dilihat dari indikator seperti jenis <i>software</i> berbasis <i>BIM</i> yang menunjukkan bahwa lebih dari 40% tidak pernah menggunakan <i>software</i> berbasis <i>BIM</i> . Implementasi <i>BIM</i> di Indonesia juga masih berkisar dalam permasalahan pemodelan 3D (30%). Implementasi <i>BIM</i> di Indonesia belum dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan seperti analisis rencana anggaran biaya (37,8%), manajemen pelaksanaan konstruksi (53,4%), analisis energi (86,6%), manajemen infrastruktur (71,1%). Simpulan dari penelitian ini bahwa permasalahan implementasi <i>BIM</i> di Indonesia sebagai respon dari pemberlakuan perundangan masih sangat terbuka dan menantang, seperti kecukupan tenaga ahli di bidang <i>BIM</i> , kompatibilitas dan ketersediaan hardware dan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			<i>software</i> berbasis <i>BIM</i> , baik dalam aspek kuantitas dan kualitasnya
2	Alfred Wijaya, Zaid (2024) Doi: 10.59631/multidiscience.v1i1.190	<i>Penerapan Technology Acceptance Model (TAM) pada penggunaan Building Information Modeling (BIM) oleh para Arsitek Indonesia</i>	Persepsi kemudahan dan manfaat merupakan 2 faktor yang mempengaruhi minat arsitek di Indonesia untuk menggunakan <i>BIM</i> . Pada akhirnya, penelitian ini juga merekomendasikan untuk fokus memperbaiki dan memperkuat kedua persepsi tersebut.
3	Senot Sangadji, S.A. Kristiawan, dan Inton Kurniawan Saputra. (2019)	<i>Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung</i>	Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa sistem kerja <i>BIM</i> adalah sistem kerja yang berintegrasi dan perubahan suatu komponen dapat dilakukan secara otomatis pada seluruh bangunan. Penelitian ini mengimplementasikan <i>BIM</i> pada desain gedung, di mana proses perencanaan dan visualisasi dilakukan dengan menggunakan model 3D. Hal ini memungkinkan para pemangku kepentingan untuk berkolaborasi lebih baik dan mengidentifikasi potensi masalah lebih awal dalam fase desain. Dengan <i>BIM</i> , pemilik proyek dapat melihat estimasi biaya secara langsung, yang membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik
4	Apriani1, Subrata Aditama K. A. Uda,	<i>Penilaian Kontraktor di</i>	Hasil analisis deskriptif didapatkan faktor hambatan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
	Waluyo Nuswantoro (2022)	<i>Palangka Raya Tentang Penerapan Building Information Modeling pada Proyek Konstruksi</i>	sesuai urutan peringkat adalah (1) teknis dan teknologi, (2) organisasi, (3) sumber daya manusia (SDM), (4) stakeholder dan regulasi, (5) Manajemen. Dari penilaian kontraktor Kota Palangka Raya bahwa hambatan penerapan adopsi <i>BIM</i> sesuai analisis penelitian, disimpulkan bahwa para kontraktor yang pernah maupun tidak pernah menerapkan <i>BIM</i> mengalami hambatan mengadopsi <i>BIM</i> karena pengaruh berbagai faktor untuk diterapkan di kota Palangka Raya. Dimana hambatan mayoritas dialami responden yang belum pernah menerapkan <i>BIM</i> .
5	Mainisa, Surya Eka, Priana Zuheldi (2023) http://jurnal.ensiklopediaku.org	<i>Implementasi BIM Dalam Permodelan 3d Pembangunan Gedung Kantor Cabang Bri Batusangkar Menggunakan Software Open buildings Designer</i>	Hasil dari penerapan <i>BIM</i> yang dilakukan berupa permodelan 3D arsitektur, struktur dan mekanikal. Kelebihan dari penerapan <i>BIM</i> yang dilakukan menggunakan <i>Software</i> Openbuilding Designer yaitu dapat membantu pekerjaan arsitek, insinyur, dan ahli sipil. Kekurangan <i>BIM</i> dalam implementasi Building Information Modeling menggunakan <i>Software</i> Openbuilding Designer adalah tidak dapat menggantikan profesi

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			arsitek, insinyur, dan ahli sipil.
	Anjas Fadhilah, Edy Purwanto, Achmad Basuki (2022) DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i3.55999	<i>Aplikasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Perancangan Bangunan Gedung</i>	Aplikasi 5D <i>BIM</i> dalam studi skripsi ini menghasilkan pemodelan 3D struktur, integrasi model 3D dengan proses analisis struktur dalam aplikasi SAP 2000, pendetailan penulangan elemen struktur, hasil perhitungan volume pekerjaan estimasi biaya dan penjadwalan yang sudah terintegrasi.
6	Amalina Farhana, Vendie Abma (2022) http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic	<i>Implementasi Konsep BIM 5d Pada Pekerjaan Struktur Proyek Gedung</i>	Hasil yang didapatkan dari penelitian ini, bahwa dengan menggunakan konsep <i>BIM</i> 5D estimasi biaya yang dihasilkan terdapat selisih sebesar 7% lebih kecil dari anggaran biaya rencana awal. Hal tersebut terjadi dikarenakan perbedaan detail perhitungan volume pada perencanaan awal secara konvensional yang dihasilkan, serta beberapa diantaranya disebabkan karena data dari perencanaan modeling tidak memodelkan semua elemen konstruksi, yang kemudian muncul tanggung jawab berkelanjutan atas masalah tersebut oleh <i>BIM</i> modeler. Implementasi konsep <i>BIM</i> 5D dapat meningkatkan komunikasi, kolaborasi, dan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			menciptakan komitmen atau tanggung jawab yang berkelanjutan sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan tepat.
7	Raftonado Situmorang, Amirul Mu'minin Al Goviqqih), dan Oryza Lhara Sari (2023) DOI http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic	<i>Identifikasi Tingkat Pemahaman Kontraktor Terhadap BIM (Building Information Modeling) Di Ruang Lingkup Kota Balikpapan</i>	Hasil analisis data penelitian dan pembahasan mengenai tingkat pemahaman serta hambatan implementasi dan solusi yang diberikan adalah hasil yang didapatkan. Dalam implementasi penggunaan BIM, tingkat pemahaman kontraktor maupun praktisinya adalah 0,43 atau bisa disebut 43% yang diartikan kontraktor kurang paham mengenai BIM. Hambatan terbesar dalam pengimplementasian BIM dari analisis nilai terbesar 4,4 adalah kurangnya SDM yang mampu mengoperasikan BIM secara penuh. Bersinergi antara semua pihak swasta maupun BUMN untuk saling koordinasi dan emberikan penyuluhan akan penggunaan BIM dimasa akan datang adalah solusi dari hambatannya
8	Ary Dwi Jatmiko, LMF. Poerwanto, Bryan Gunawan Tedja, Laurensia Elizabeth Louis,	<i>Pemodelan Building Information Modeling Bangunan</i>	Dalam penelitian ini perencanaan rumah sakit di daerah Madura, Jawa Timur yang telah selesai dilakukan perencanaan, dimodelkan ulang dengan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
	Daniel Alexander, Agung Surya (2023)	<i>Rumah Sakit Untuk Pengecekan Volume Dan Bentrokan</i>	menggunakan <i>Autodesk Revit® 2020</i> . Kemudian model tersebut diambil data untuk Bill of Quantity, serta dilakukan pengecekan Clash Detection, menggunakan perangkat lunak <i>Autodesk Navisworks®</i> . Hasilnya dapat diketahui bahwa terjadi selisih yang cukup besar untuk volume dan benturan yang cukup banyak. Maka dengan menggunakan <i>BIM</i> dapat menghasilkan perhitungan volume yang lebih baik dan meminimalkan pekerjaan tambah saat pelaksanaan.
Penelitian tentang Estimasi Penghitungan Volume Pekerjaan			
9	Itsna Aulya Reista, Annisa dan Ilham (2022) https://journal.unpar.ac.id/index.php/josc	<i>Implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural</i>	Hasil penelitian menunjukkan rata-rata perbedaan pada pekerjaan fondasi adalah 2%, pekerjaan sloof dan balok 0%, pekerjaan kolom 1%, pekerjaan pelat lantai 3%, pekerjaan railing 15%, pekerjaan dinding 7%, pekerjaan pintu 7%, pekerjaan jendela 0%, pekerjaan pola lantai 5%, pekerjaan plafond 17%, dan pekerjaan atap 6%. Rata-rata perbedaan pada pekerjaan arsitektural adalah 6%, sedangkan pada pekerjaan struktur adalah 5%, perbedaan terjadi karena kesalahan menghitung jumlah objek,

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			kesalahan perhitungan, dan kesalahan interpretasi gambar.
10	Agam Risza Adhitama, Anik Ratnaningsih, Willy Kriswardhana (2020) https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JRSL/index	<i>Penerapan Metode Building Information Modeling (BIM) Pada Pembangunan Gedung Integrated Laboratory for Natural Science and Food Technology Universitas Jember</i>	Berdasar pemodelan didapatkan volume tie beam sebesar 26,74 m ³ dengan tulangan sebesar 4.361 kg, volume beton kolom lantai 1 sebesar 52,87 m ³ dengan volume tulangan sebesar 12.176,39 dinding perimeter sebesar 320,71 m ² . Galat yang muncul pada perhitungan volume beton pada pemodelan BIM dengan metode konvensional sebesar 0% dan galat yang muncul pada perhitungan tulangan sebesar 0-0,042%
11	Rizqi Rahayu, Dhony Priyo Susenon (2020) https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/JTS	<i>Analisis Perbandingan Quantity Take Off Menggunakan BIM Glodon Cubicost dengan Microsoft Excel</i>	Hasil perbandingan tersebut 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 take off menggunakan Glodon Cubicost dapat mengurangi budget RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan)

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			0,511% dari RAB (Rencana Anggaran Biaya).
12	Ilyas Sadad, Fery Hendi Jaya, Ican Wahyu Januar (2022)	<i>Implementation of BIM Take Off Quantity Material of Bridge Abutment Structure on Planned Volume</i>	Output permodelan menampilkan selisih dari hasil volume rencana dengan metode konvensional dengan volume hasil quantity take off dengan penerapan <i>BIM</i> , pada pekerjaan pondasi pile memiliki rata-rata selisih sebesar 1.310 persen, pekerjaan pile cap memiliki selisih sebesar 3.335 persen, pekerjaan breast wall mendapatkan selisih sebesar 1.527 persen, pekerjaan wing wall memiliki selisih sebesar 5.901 persen, dan pekerjaan conterford memiliki selisih sebesar 0.859 persen. Pengaruh penerapan implementasi <i>BIM</i> dari sudut pandang pengguna mengungkapkan pengaplikasian konsep <i>BIM</i> mampu meminimalkan terjadinya kesalahan dalam perencanaan dan re-work, mampu mendeteksi ketidaksesuaian dini, mampu mengefisiensi biaya proyek, dan memudahkan dalam perencanaan kebutuhan material pekerjaan.
13	Muhammad Agung Wibowo, Jati Utomo Dwi Hatmoko, Gildam Satria (2024)	<i>Implikasi Integrasi BIM dan ERP Terhadap</i>	Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penerapan <i>BIM</i> yang efektif untuk

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
	http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik	<i>Pengendalian Volume Pekerjaan Proyek: Studi Kasus Proyek Bendungan</i>	pengendalian anggaran melalui integrasi ERP pada proyek bendungan dan menjadi acuan bagi pengambil keputusan dalam upaya meningkatkan kinerja proyek konstruksi.
14	Risky Apriansyah (2021)	<i>Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan struktural</i>	Hasil analisis menunjukkan terdapat selisih antara hasil volume existing (konvensional) dengan volume hasil <i>Quantity Take Off</i> menggunakan konsep <i>BIM</i> , pekerjaan pondasi foot plat tidak memiliki selisih quantity take off, pekerjaan sloof memiliki rata-rata selisih sebesar 3.5%, pekerjaan balok memiliki rata-rata selisih sebesar 9.65%, pekerjaan kolom memiliki rata-rata selisih sebesar 3.52%, dan pekerjaan plat lantai memiliki rata-rata selisih sebesar 5.2%. Pengaruh penerapan konsep <i>BIM</i> dalam integrasi dan kolaborasi dari perspektif pengguna menunjukkan penerapan konsep <i>BIM</i> mampu meminimalisir terjadinya kesalahan di lapangan, mampu mengurangi biaya proyek, dan memudahkan komunikasi dan integrasi
15	Kania Zahrah, Lenggogeni, Rezi Berliana (2023)	<i>Implementasi BIM Dalam Perhitungan</i>	Hasil perhitungan menggunakan <i>BIM</i> dan perhitungan manual selanjutnya dibandingkan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
		<i>Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek Rtct Pertamina</i>	untuk mengetahui perbedaan volume pekerjaan. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan sebesar 0.0503% antara perhitungan <i>BIM</i> dan manual. Mengeluarkan volume melalui <i>BIM</i> juga terbilang cukup cepat dan mudah daripada manual sehingga dapat menghemat efisiensi waktu.
16	Muhammad Luthfi Maulana, Eka Purnamasari, Akhmad Gazali (2023) https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/index	<i>Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Pekerjaan Pada Gedung Bertingkat Rumah Susun Bbpjn Xi/Pjn I Kalimantan</i>	Berdasarkan hasil perhitungan kombinasi pembebanan didapat nilai gaya aksial terbesar terdapat pada kolom K58 (Kode C24-1) sebesar 4910,6 kN, kemudian untuk gaya momen terbesar ada pada balok B57 (Kode 9B6) sebesar 291,8 kNm, dan untuk nilai gaya geser terbesar terdapat balok B46 (Kode 9B6-3) sebesar -237,9/225,1kN. Pekerjaan struktural kolom dan balok seluruhnya aman. Adapun hasil estimasi volume pekerjaan pada beton serta besi kolom berturut-turut sebesar 517,8 m ³ dan 260.281 Kg, selanjutnya, untuk volume pekerjaan beton serta besi balok berturut-turut sebesar 290,7 m ³ dan 90.720 Kg.
16	Filza Wiranti, Sartika Nisumanti & Khodijah Al Qubro (2022)	<i>Analisis Perhitungan Quantity Take-Off Menggunakan Building</i>	Berdasarkan hasil penelitian didapatkan perbedaan volume secara keseluruhan sebesar 0,03% dimana perhitungan dengan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
		<i>Information Modeling (BIM) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Prabumulih</i>	<p><i>Autodesk Revit</i> lebih besar dibandingkan perhitungan konvensional. Persentase perbedaan pada pemasangan batu kosong (Blinding Stone) sebesar 0,01%, beton struktur kelas E sebesar 0,01%, batang baja tulangan BJTD-40 sebesar 0,02%, struktur beton kelas C-2 dan urugan material berbutir (granular backfill) sebesar 0%. <i>BIM</i> dengan <i>Autodesk Revit</i> dapat melakukan perhitungan QTO secara otomatis yang sudah terintegrasi dengan desain 3Dnya, sehingga meningkatkan ketelitian dalam penentuan Rencana Anggaran Biaya (RAB).</p>
17	<p>Andre Feliks Setiawan, Ferdinand Fassa, Nicolas Hasiando Kusuma (20022)</p> <p>http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic</p>	<p><i>Analisis Komparasi Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Spmi Dan BIM</i></p>	<p>Perbedaan hasil perhitungan antara perhitungan manual (SMPI) dan perhitungan <i>BIM (Revit)</i> untuk volume penulangan besi sebesar 0,49%; volume beton sebesar 0,14%; sedangkan volume bekisting sebesar 0,07%. Hal ini menandakan bahwa metode perhitungan manual dan metode perhitungan <i>BIM (Revit)</i> memberikan hasil yang kurang lebih sama dan akurat. Perbedaan hasil perhitungan volume yang paling besar terdapat pada perhitungan tulangan besi dikarenakan ketidakakuratan pemodelan</p>

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			3D yang dilakukan oleh engineer. Pemodelan 3D pada perangkat lunak <i>Revit</i> memerlukan ketelitian, keakuratan, dan keahlian khusus, karena potensi dalam terjadinya kesalahan pemodelan 3D sangat tinggi
18	Raymond Jonathan Basuki Anondho (2021)	<i>Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode BIM Dengan Konvensional</i>	Pada perhitungan kebutuhan volume beton dengan aplikasi Cubicost TAS, perhitungannya menghasilkan angka yang sama dengan perhitungan konvensional atau perbedaan 0%. Pada perhitungan kebutuhan berat besi untuk pekerjaan pembesian antara aplikasi Cubicost TRB dengan perhitungan konvensional menghasilkan hasil yang akurat dengan perbedaan 0.59%. Proses perhitungan dengan Cubicost yang memiliki sistem otomatisasi dapat dikatakan lebih singkat dan tidak memakan waktu jika dibandingkan dengan konvensional yang membutuhkan cara pengerjaan satu per satu dan rumus yang perlu dipahami terlebih dahulu
19	Kurnia Ulfi Listyana Very Dermawan, Evi Nur Cahya (2024) http://jurnalsda.pusair-pu.go.id	<i>Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Perencanaan</i>	Dimensi saluran yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis SSA yaitu 30 cm × 30 cm, 50 cm × 50 cm, 65 cm × 65 cm, dan 80 cm × 80 cm. Total volume

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
		<i>Dimensi Saluran Drainase Di Ub Forest Summersari</i>	galian dan timbunan secara berurutan adalah 3184,02 m3 dan 296,93 m3 dengan total volume batu kali atau material yang dibutuhkan untuk perencanaan saluran drainase mencapai 444,8 m3.
20	Tasya Putri Artanti I Ketut Sucita, Erlina Yanuarini (2022)	<i>Perbandingan Boq Tulangan Antara Metode Konvensional Dengan BIM Apartemen "X"</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persentase selisih Bill of Quantity menggunakan metode <i>BIM</i> memiliki rata-rata volume 1,95% lebih besar dibandingkan dengan metode konvensional. Selisih yang terjadi dikarenakan adanya kesalahan saat menginput data (human error) pada método konvensional dan kurang akurat seperti tidak menghitung radius atau bengkokan pada tulangan.
21	Tasya Putri Artanti I Ketut Sucita, Erlina Yanuarini (2022)	<i>Perbandingan Boq Tulangan Antara Metode Konvensional Dengan BIM Apartemen "X"</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, persentase selisih Bill of Quantity menggunakan metode <i>BIM</i> memiliki rata-rata volume 1,95% lebih besar dibandingkan dengan metode konvensional. Selisih yang terjadi dikarenakan adanya kesalahan saat menginput data (human error) pada método konvensional dan kurang akurat seperti tidak menghitung radius atau bengkokan pada tulangan.

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
22	Wilona Benita Megawati, Hari Purwanto (2022)	<i>Perbandingan BIM Dengan Konvensional Pada Hasil BQ Proyek X</i>	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, <i>Bill of Quantity</i> menggunakan metode <i>BIM</i> 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.
Penelitian tentang Estimasi Waktu dan Biaya Pekerjaan			
23	Adam Malik Alam Putra, Ayu Herzanita (2022)	<i>Identifikasi Parameter Input Estimasi Biaya Pada BIM (Building Information Modeling)</i>	Berdasarkan hasil kajian literatur, pada pekerjaan arsitektur input parameter yang dibutuhkan adalah Analisa Harga Satuan (AHS), sedangkan pada pekerjaan struktur input parameter yang dibutuhkan adalah Analisa Harga Satuan (AHS), Massa jenis (untuk menghitung berat tulangan), Luas area bekisting (untuk pekerjaan pemasangan bekisting).
24	Andi Rizky Vanath, C. G. Buyang dan, Fauzan A. Sangadji (2023)	<i>Analisis Penerapan Konsep Building Information Modeling Pada Proyek Gedung Poltekkes Kemenkes, Maluku</i>	Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya selisih total cost material menggunakan metode konvensional/ manual dan metode <i>BIM</i> , pada pekerjaan struktur diperoleh selisih sebesar 10,4 % dan pada pekerjaan arsitektur diperoleh selisih sebesar 5,4 %. Penggunaan <i>Software</i>

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
			berbasis <i>BIM</i> 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.
25	I Wayan Suasira, I Made Tapayasa, I Made Anom Santiana, I Gede Satra Wibawa (2021) http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien	<i>Analisis Komparasi Metode Building Information Modeling (BIM) Dan Metode Konvensional Pada Perhitungan Rab Struktur Proyek (Studi Kasus Pembangunan Pasar Desa Adat Pecatu)</i>	Pemodelan 3D dimulai dari pemodelan pondasi dilanjutkan dengan pemodelan sloof, kolom, balok, ring balok, dan atap baja dan kayu. Setelah pemodelan 3D selanjutnya dilakukan tahap estimasi menggunakan fasilitas menu quantity take off dari <i>software</i> Tekla Structure untuk mendapatkan volume masing-masing item struktur bangunan. Estimasi biaya dilakukan dengan cara mengkalikan volume item pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan dengan fasilitas <i>software</i> Microsoft Excel. Hasil dari estimasi biaya menggunakan <i>BIM</i> adalah Rp. 5.746.833.111,23 lebih rendah 1,88 % dari RAB existing.
26	Lailatul Qodiron, Devi Oktarina, Dewi Fadilasari (2013)	<i>Penerapan Sketchup dalam Perhitungan Rencana Anggaran Biaya sebagai</i>	Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah permodelan gambar 3 dimensi menggunakan Sketchup, Rekapitulasi

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
	DOI: http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v7i2.14253	<i>Pendekatan BIM pada pembangunan Rumah Tipe 45</i>	jumlah Anggaran Biaya, dan pembuatan Time Schedule proyek. Kesimpulan dari penelitian ini jumlah perhitungan biaya yang didapat menggunakan Sketchup ekstensi Quantifier Pro sebesar Rp.192,228,579 dengan waktu yang dibutuhkan selama 16 minggu
27	Intan Rahmani, Bambang Herumanta (2022) ijoms.internationaljournalabs.com	<i>Comparison Of Estimation Of Reinforced Concrete Structure Working Costs Based On The Concept Of Computer-Aided Design (Cad) And Building Information Modeling (BIM)</i>	<i>From the result, it was found that the project cost estimation using conventional calculation based on CAD drawing was Rp.39.249.184.000 meanwhile the project cost estimation based on BIM concept was Rp.38.978.799.000 It can be concluded that the calculation using the BIM concept result a lower cost estimation of RP.270.385.000 or worth 0,69% compared to the cost estimation based on conventional calculation.</i>
28	Nadira Zalfa Ulinnuha, Fajar Sri Handayani, Muji Rifai (2024) https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.2698	<i>Comparative Analysis of Conventional Methods with BIM Methods on Construction Cost Estimate at Structure Project Design Calculations (Case Study of Construction of A</i>	<i>Based on the research results, it found that the construction cost estimate for structural work from Revit had a value of IDR 862,330,518.59 and a difference of IDR 53,420,195.31. This shows that the use of the 3D BIM concept results in 5.83% cheaper calculations than</i>

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
		<i>Satpol PP Building)</i>	<i>conventional construction cost estimate methods.</i>
29	Ferry, Indrastuti (2020)	<i>Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal di Sekupang)</i>	Penerapan <i>BIM</i> telah dilakukan hingga memperoleh model dalam bentuk 3D dan 4D. Berdasarkan nilai deviasi, proyek ini tidak mengalami keterlambatan sama sekali. Nilai deviasi positif tertinggi +19.15% dan terendah +7.33%. Serta melakukan perhitungan anggaran biaya berdasarkan pemodelan di <i>Revit</i> structure dengan total biaya Rp. 5.813.838.429.
30	Dairan Sabil dan Erizal (2023) https://doi.org/10.29244/jsil.8.2.95104	<i>Penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas, Jakarta Pusat</i>	Dalam pelaksanaan pembangunan proyek, terjadi keterlambatan proyek dengan keterlambatan paling besar pada bulan April 2022 dengan nilai keterlambatan sebesar 5,24%. Keterlambatan terjadi karena faktor cuaca dan dilakukan adendum dengan menambah tenaga kerja untuk mempercepat pekerjaan proyek. Perhitungan <i>BIM</i> didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan BQ dengan jumlah perbedaan volume beton sebesar 20,85% lebih kecil dan berat tulangan besi sebesar 26,32% lebih kecil dibanding BQ.

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian Sesuai Redaksi pada Abstrak
1	2	3	4
31	Rizqi Rahayu1, Dhony Priyo Suseno (2023)	<i>Analisis Perbandingan Quantity Take Off Menggunakan BIM Glodon Cubicost dengan Microsoft Excel</i>	Hasil perbandingan tersebut 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 take off menggunakan Glodon Cubicost dapat mengurangi budget RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) 0,511% dari RAB (Rencana Anggaran Biaya).

Sumber: Dokumen Peneliti

Berdasarkan beberapa hasil penelitian terdahulu sebagaimana terangkum dalam tabel 1 di atas dapat diketahui penerapan *BIM* dalam proyek konstruksi. Secara umum, ada yang menggunakan *software Revit* dan ada yang menggunakan *Glodon*. Penerapan *BIM* menunjukkan adanya perbedaan dalam melakukan penghitungan volume pekerjaan dibandingkan metode konvensional dengan *Microsoft Excel* dan pengaruhnya pada aspek lain, misalnya efektivitas pelaksanaan pekerjaan dan efisiensi anggaran biaya.

Dari uraian penelitian terdahulu di atas, dapat disimpulkan *BIM* adalah

metode yang mengintegrasikan informasi dan data dalam bentuk model 3D yang mencakup aspek fisik dan fungsional dari suatu bangunan. Ini memungkinkan kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu dalam proyek konstruksi, seperti arsitektur, teknik sipil, dan manajemen proyek. Maksud dan tujuan dari penerapan *BIM*, di antaranya: meningkatkan kolaborasi dengan memfasilitasi komunikasi dan kolaborasi antara semua pemangku kepentingan dalam proyek, meningkatkan ketelitian dengan mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek, dan efisiensi waktu dan biaya dengan mempercepat proses desain dan konstruksi serta mengurangi biaya melalui perencanaan yang lebih baik.

Selanjutnya, manfaat dari penerapan *BIM*, antara lain: penghematan biaya: mengurangi pemborosan dan biaya yang tidak terduga melalui perencanaan yang lebih baik dan pengelolaan sumber daya yang efisien; peningkatan kualitas: meningkatkan kualitas hasil akhir proyek dengan memungkinkan simulasi dan analisis yang lebih mendalam sebelum konstruksi dimulai; pengurangan risiko: mengurangi risiko kesalahan di lapangan dan meningkatkan keselamatan kerja dengan visualisasi yang lebih baik; dan dukungan untuk keputusan: memberikan data yang lebih baik untuk pengambilan keputusan yang lebih informasional dan strategis. Sederhananya, secara keseluruhan, penerapan *BIM* dalam industri konstruksi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas proyek, tetapi juga memberikan keuntungan kompetitif bagi perusahaan yang mengadopsinya.

Berdasarkan kajian tersebut penelitian ini menekankan penggunaan *Software Glodon Cubicost* untuk estimasi volume pekerjaan arsitektural, yang

menunjukkan inovasi dalam penerapan *BIM*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga mengeksplorasi penggunaan berbagai *software BIM*, seperti *Revit* dan *Glodon*, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam estimasi biaya dan volume pekerjaan. Penelitian ini memiliki fokus yang spesifik pada estimasi volume pekerjaan arsitektural, yang merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen proyek konstruksi. Ini melengkapi penelitian sebelumnya yang mungkin lebih umum dalam membahas penerapan *BIM* tanpa fokus yang mendalam pada estimasi volume.

Dengan konteks lokal di Universitas Gadjah Mada, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman dan penerapan *BIM* di Indonesia, di mana adopsi *BIM* masih dalam tahap perkembangan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa implementasi *BIM* di Indonesia masih rendah, dan penelitian ini dapat memberikan contoh konkret tentang bagaimana *BIM* dapat diterapkan secara efektif dalam proyek nyata. Penelitian ini juga relevan dengan tantangan yang dihadapi dalam penerapan *BIM* di Indonesia, seperti kurangnya tenaga ahli dan kompatibilitas *software*. Dengan meneliti penggunaan *Glodon*, penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana mengatasi beberapa tantangan tersebut dan mendorong adopsi *BIM* yang lebih luas di industri konstruksi. Secara keseluruhan, penelitian ini berfungsi sebagai jembatan antara teori dan praktik dalam penerapan *BIM* di Indonesia, dengan fokus pada penggunaan *software Glodon* untuk estimasi volume pekerjaan arsitektural. Ini menambah literatur yang ada dan memberikan panduan bagi praktisi dan akademisi dalam mengimplementasikan *BIM* secara lebih efektif dalam proyek konstruksi.

2.2. Pelaksanaan *BIM* Secara Umum

Ahn, *et.al.* (2016) mengeksplorasi strategi transformasi kontraktor yang memungkinkan mereka untuk berhasil mengadopsi dan menerapkan *BIM* untuk proyek konstruksi besar. Penelitian ini memberikan kerangka dan strategi transformasi organisasi untuk kontraktor yang akan mengadopsi *BIM* dan memaksimalkan potensi manfaat yang dapat dicapai pada proyek di organisasi mereka. Hasil penelitian juga menunjukkan perusahaan konstruksi harus membuat departemen dan divisi *BIM*, dengan tujuan untuk mendukung baik implementasi *BIM* dalam pengembangan bisnis. Departemen ini seharusnya diisi oleh dua atau tiga ahli *BIM*. Mereka juga menunjukkan bahwa untuk meningkatkan implementasi *BIM* di perusahaan adalah dengan cara mengadakan diskusi *BIM* untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman. Struktur organisasi *BIM* di perusahaan konstruksi juga menentukan peran dan tanggung jawab para ahli *BIM* di perusahaan dan bagaimana mereka ditugaskan untuk proyek berdasarkan pada berbagai jenis dan tingkat kompleksitas proyek.

Gardezi *et.al.* (2014) mengidentifikasi dan menentukan prioritas faktor-faktor yang menghambat implementasi *BIM* di industri konstruksi Malaysia. Hasil penelitian mereka adalah tantangan untuk implementasi *BIM* yang dihadapi sebagian besar disebabkan faktor biaya, tren pasar, dan perilaku organisasi. Koordinasi yang erat di antara pemegang saham industri dengan visi dan lingkungan khusus perlu dikembangkan dalam industri konstruksi untuk menikmati manfaat yang dihasilkan dari penerapan *BIM*. Dukungan otoritas dan konsultasi ekstensif antara praktisi profesional dan industri adalah satu-satunya

kunci keberhasilan.

Giel dan Issa (2013) mengidentifikasi besarnya penghematan biaya terkait dengan peenerapan *BIM* untuk menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemilik dalam berinvestasi *BIM*. Mereka menegaskan tingginya keuntungan atas investasi *BIM* dalam konteks perusahaan yang diteliti. Namun yang mungkin lebih bernilai dari keuntungan terukur ini adalah pengurangan *Request for Information* (RFI), *Contract Change Order* (CCO), dan keterlambatan yang merupakan beberapa manfaat kualitatif dalam menggunakan *BIM* selama prakonstruksi.

Wong, *et.al.* (2020) menunjukkan bahwa aplikasi perangkat lunak *BIM* harus dipilih dengan mempertimbangkan faktor teknis terlebih dahulu, seperti seberapa baik aplikasi perangkat lunak saat ini mendukung kinerja proyek, bagaimana aplikasi perangkat lunak yang bersifat *interoperable* dengan aplikasi lain, seberapa baik model besar dapat ditangani serta kemudahan pemodelan dan penambahan pustaka baru. Namun, selain faktor teknis tersebut, tiga faktor nonteknis berikut juga diidentifikasi sebagai faktor penting dan perlu diperhatikan khusus: apakah ada kasus *BIM* yang dianggap berhasil, bagaimana dampak ekonomi yang diharapkan (keuntungan atas investasi), dan apakah subkontraktor utama atau mitra bisnis saat ini menggunakan aplikasi perangkat lunak.

Eadie, *et.al.* (2013) mengukur penggunaan *BIM* sepanjang siklus hidup proyek. Hasil penelitian mereka menunjukkan aspek kolaborasi di semua pemangku kepentingan yang terkait dalam pengadopsian *BIM* menghasilkan dampak positif secara ekonomis pada seluruh siklus hidup proyek. Namun, ada

sejumlah kendala berkaitan dengan kurangnya keahlian dalam tim proyek dan organisasi eksternal yang dapat mengakibatkan motivasi untuk menerapkan *BIM* menjadi rendah.

Kjartansdottir (2011) mengeksplorasi proses implementasi *BIM*, sejauh mana *BIM* digunakan, dan apakah perusahaan dan organisasi lain dalam sektor konstruksi di Islandia menerapkan *BIM* untuk proyek-proyek mereka. Hasil penelitiannya menunjukkan peraturan terkait *BIM* kurang untuk mendukung implementasi *BIM* di Islandia. Tingkat adopsi *BIM* di Islandia adalah 40%. Penelitian Jensen dan Johannesson(2013) memperlihatkan tingkat adopsi yang lebih rendah oleh Perusahaan konstruksi di Islandia yang rata-rata tidak mencapai 10% sementara negara-negara Skandinavia lainnya rata-rata jarang di bawah 10%.

Azhar (2011) mencari tren *BIM* saat ini, manfaat, risiko yang mungkin terjadi, dan tantangan masa depan *BIM* untuk industri konstruksi. Hasil penelitiannya mendapatkan rata-rata *Return of Investment (ROI)* dari penerapan *BIM* pada 10 proyek konstruksi di AS antara tahun 2005 dan 2007 dengan nilai proyek bervariasi antara \$14 juta dan \$88 juta adalah 634%, yang dengan jelas menggambarkan potensi manfaat ekonominya. Penelitian ini sudah lama, tetapi masih relevan dengan konteks sekarang. Ia menyarankan tim yang mengimplementasikan *BIM* berhati-hati tentang legalitas menyangkut kepemilikan data dan pembagian risiko. Masalah tersebut harus diatur dalam dokumen kontrak. Namun, untuk menghindari konflik sejak dini antara pengguna *BIM* dan klien tentang kepemilikan data ini, hal tersebut seharusnya dapat diklarifikasi dan disepakati sejak proses pengadaan berlangsung.

Aranda *et.al.* (2008) mengidentifikasi tantangan, pendorong bisnis serta manfaat untuk konsultan arsitektur dan teknik, kontraktor dan perakit baja. Hasil penelitian mereka adalah *BIM* memerlukan biaya tinggi di awal tetapi perusahaan yang mengadopsi akan pulih dengan cepat dan kinerja mereka akan meningkat secara drastis. Namun, responden penelitian ini harus mencari spesialis *BIM* untuk membantu mereka dalam proses transformasi dari budaya kerja konvensional berbasis 2D ke budaya kerja yang lebih memungkinkan *BIM* termanfaatkan lebih optimal, dan pemerintah harus mencari cara untuk membantu industri seperti yang terjadi di Singapura, beberapa negara Skandinavia, dan AS. Pengguna dan penyedia konstruksi diminta untuk mengambil pendekatan proaktif atas penggunaan teknologi *BIM*; dalam beberapa kasus bahkan dibutuhkan kepemimpinan dan pembinaan.

Yan dan Demian (2008) mengidentifikasi manfaat penggunaan *BIM* dan hambatan dalam pelaksanaannya. Hasil penelitian menunjukkan banyak orang tidak mau belajar bagaimana menerapkan *BIM*, atau mereka mungkin berpikir teknologi desain saat ini cukup bagi mereka untuk merancang proyek. Meskipun baru beberapa perusahaan menggunakan *BIM*, pada umumnya mereka menyadari dan menunjukkan minat pada *BIM*. Beberapa perusahaan juga mengklaim bahwa mereka akan mengadopsi *BIM* dalam waktu 3 tahun sejak diterapkannya *BIM* dari proses perencanaan, pelaksanaan hingga masa pemeliharaan.

Huzaini (2021) melaksanakan kajian penerapan konsep 3D *Building Information Modeling (BIM)* untuk membantu memperkirakan biaya pekerjaan struktur dalam proyek pembangunan rumah kos tiga lantai di Sadonoharjo,

Ngaglik, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini melakukan studi tentang pemakaian *Building Information Modeling (BIM)* dalam proyek konstruksi serta menemukan bahwa konsep *BIM 3D* di *Autodesk Revit* memungkinkan penerapan pemodelan 3D dan perhitungan material secara detail, sehingga mengurangi pemborosan dan mendukung estimasi biaya. Jika dikaitkan dengan penelitian, maka hal ini tidak berkaitan secara langsung. Tetapi bisa dikaitkan karena hasil dari penghitungan volume pekerjaan berpengaruh pada realisasi biaya yang dikeluarkan.

Dwi dan Ashadi (2021) melakukan penelitian pada proyek pembangunan rumah tinggal 5 lantai di Bukitsari Semarang. Proyek ini mempunyai total dari luas bangunannya yakni 9.471,94 m². Penelitian ini menggunakan pemodelan 5D *Building Information Modeling (BIM)*. Struktur yang dimodelkan ialah pelat lantai, balok serta kolom. Kalkulasi memakai pemodelan 5D-*BIM* memakai *Cubicost TAS* dalam proyek tersebut menciptakan volume dari material beton kolom dengan besaran 396,207m³, pelat sebesar 824,844m³ sertabalok sebesar 1.455,345m³, dan untuk perhitungan pemodelan bekisting kolom sebesar 2.481,382 m², balok berada pada angka 9.413,287 m² serta pelat yakni 6.526,401 m². Sedangkan kalkulasi memakai pemodelan 5D-*BIM* memakai *Cubicost TRB* dalam proyek tersebut menciptakan volume pelat sebesar 107,969 ton, balok sebesar 219,551 ton serta baja tulangan kolom sebesar 89,588 ton. Hasil kalkulasi terhadap pemodelan *BIM 5D* memakai *Software Cubicost TAS* dan *TRB* dalam proyek tersebut memberikan selisih material beton 0,382%, pada bekisting 0,678%, dan baja tulangan sebesar 1,485% untuk keseluruhan selisih menggunakan metode konvensional dengan *BIM 5D* adalah 0,849%.

Ferial, *et.al*, (2022) melakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi biaya pada konstruksi gedung bertingkat melalui penggunaan aplikasi *Building Information Modeling (BIM) 5D* yang memakai *software Cubicost Take-off for Rebar (TRB)* dan *Cubicost Take-off Architecture and Structure (TAS)*. Penghitungan volume yang dilakukan berupa estimasi kebutuhan volume beton dan baja yang dibuat menggunakan aplikasi *BIM 5D* dan dikomparasikan terhadap *Bill of Quantity (BQ)* milik kontraktor. Sampel dari elemen struktur yang dilakukan pengabiannya ialah pelat lantai, balok serta kolom atas sampai dengan 12 lantai (standar 13 lantai) dengan luas 8.693,88 m². Hasil keseluruhan perhitungan menggunakan aplikasi *BIM 5D* pada proyek bisa memberikan pengurangan terhadap anggaran tenaga kerja dan melakukan penghematan 6,33%. Skor efisiensi dari volume pekerjaan beton f'c 35 MPa sejumlah 10,87%, pekerjaan besi tulangan sejumlah 5,98% serta pekerjaan beton f'c 30 MPa sejumlah 7,21%.

Selanjutnya, Ajeng dan Gondokusumo (2020) menemukan bahwasanya *BIM 5D* yang dikombinasikan terhadap penerapan *Cubicost Take-Off for Rebar (TRB)* memberikan peningkatan efisiensi sebesar 58% untuk menghitung pekerjaan besi dikomparasikan terhadap metode konvensional. Pemakaian *BIM 5D* memakai aplikasi *Cubicost* pada perancangan biaya dari konstruksi guna memberikan pengurangan terhadap risiko terdapatnya limbah dari konstruksi butuh untuk dilaksanakan. Penelitian ini menggunakan model kalkulasi serta simulasi guna menilai keakuratan dan efektivitas biaya tulangan beton serta baja memakai *BIM 5D* dan juga aplikasi *Cubicost* dikomparasikan dengan metode konvensional. Tidak hanya itu, penelitian pun memakai aplikasi tambahan yakni

Cubicost Take-off Architecture and Structure (TAS) untuk membandingkan resultan kalkulasi pada volume beton dan bekisting yang ada pada kontraktor dengan aplikasi *BIM*.

Berdasarkan uraian di atas, kesimpulan mengenai penerapan *Building Information Modeling (BIM)* dalam proyek konstruksi secara umum dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Peningkatan Efisiensi dan Akurasi; Penerapan *BIM* dalam proyek konstruksi terbukti meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perencanaan dan pelaksanaan. Dengan menggunakan model 3D yang terintegrasi, *BIM* memungkinkan perhitungan yang lebih tepat dan mengurangi kesalahan yang sering terjadi dalam metode konvensional
2. Kolaborasi yang Lebih Baik; *BIM* memfasilitasi kolaborasi yang lebih baik antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk arsitek, insinyur, dan kontraktor. Ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih terkoordinasi, di mana perubahan dapat dilakukan secara otomatis dan informasi dapat dibagikan dengan lebih mudah
3. Pengurangan Biaya dan Waktu; Implementasi *BIM* dapat mengurangi biaya proyek dan waktu pelaksanaan. Dengan perencanaan yang lebih baik dan pengelolaan sumber daya yang efisien, proyek dapat diselesaikan lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode tradisional
4. Dukungan untuk Pengambilan Keputusan; *BIM* menyediakan data yang lebih baik untuk pengambilan keputusan, memungkinkan manajer proyek untuk membuat keputusan yang lebih informasional dan strategis. Ini juga

- membantu dalam analisis risiko dan perencanaan anggaran yang lebih akurat
5. Tantangan dalam Implementasi; Meskipun banyak manfaat yang ditawarkan, penerapan *BIM* di Indonesia masih menghadapi tantangan, seperti kurangnya tenaga ahli, kompatibilitas *software*, dan resistensi terhadap perubahan. Penelitian menunjukkan bahwa untuk meningkatkan adopsi *BIM*, perlu ada pelatihan dan pengembangan kapasitas di bidang ini

Secara keseluruhan, penerapan *BIM* dalam proyek konstruksi memberikan banyak manfaat yang signifikan, termasuk efisiensi, akurasi, dan kolaborasi yang lebih baik. Dalam kegiatan penelitian ini, yang dicari adalah perbandingan estimasi volume pekerjaan arsitektural antara metode konvensional dan penerapan *BIM*.

2.3. Pemodelan *BIM* dengan *Software Glodon*

Menurut informasi dalam Modul *Cubicost* (2021) *Glodon* didirikan pada tahun 1998 dengan nama *Glodon Software Company Ltd.* yang merupakan pemimpin pasar perusahaan perangkat lunak manajemen informasi bangunan di China. Melalui perkembangan teknologi dan informasi dalam 20 tahun, *Glodon* telah menjadi salah satu perusahaan terpenting dibidang industri konstruksi. *Glodon* mulai membuka kantor perwakilan di Indonesia pada tahun 2015 dan secara resmi menjadi Perusahaan Publik pada tahun 2018 sebagai PT *Glodon Technical Indonesia* yang berupaya untuk mendukung proyek-proyek konstruksi negara yang terus meningkat.

Secara sederhana dapat disimpulkan *Cubicost* adalah *software* yang dirancang khusus untuk tugas survei kuantitas dalam konteks *BIM*. Dengan

menggunakan *Cubicost*, pengguna dapat melakukan estimasi volume pekerjaan secara lebih akurat dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional. *Software* ini memungkinkan perhitungan yang detail dan otomatisasi dalam penghitungan material, yang sangat penting dalam proyek konstruksi

Berdasarkan bidang teknik konstruksi dan berpusat pada seluruh siklus kehidupan proyek konstruksi, Glodon menyediakan produk dan layanan kelas satu dengan 4 MC (*project management, Building Information Management, data management, mobile application, and cloud computing*) sebagai keunggulan uniknya dan memungkinkan pelanggan untuk membuat bangunan pintar, mewujudkan operasi dan pemeliharaan yang cerdas, serta meningkatkan efisiensi operasional.

Pemodelan *BIM* menggunakan *Glodon Cubicost* melibatkan pembuatan model 3D yang mencakup semua elemen arsitektural, struktural, dan mekanikal dari proyek. Model ini tidak hanya berfungsi sebagai representasi visual, tetapi juga sebagai basis data untuk perhitungan kuantitas dan estimasi biaya. Dengan demikian, setiap perubahan dalam desain dapat langsung tercermin dalam perhitungan kuantitas

Menurut Ajeng dan Gondokusumo (2020), *Cubicost* merupakan salah satu dari beberapa jenis perangkat lunak yang merupakan bagian dari *Building Information Modeling (BIM)* untuk tugas survei kuantitas. *Take-Off for Rebar (TRB)* merupakan produk *Cubicost* yang memiliki kemampuan untuk menghitung jumlah besi dalam suatu bangunan. Berbasis di Tiongkok, *Cubicost* adalah perusahaan *IT AEC* terkemuka di Tiongkok. Seperti namanya, "Cubic" mengacu

pada bentuk kubiknya dan mencerminkan kemampuannya dalam mengimplementasikan *BIM* pada intinya, dan *cost* menunjukkan kemampuannya untuk memberikan solusi biaya kepada pelanggan di industri AEC. *Cubicost* menawarkan empat produk perangkat lunak berbasis *BIM* *Cubicost Take off for Architecture and Structure (TAS)*, *Cubicost Take off for Rebar (TRB)*, *Cubicost Take off for Mechanical and Electrical (TME)*, dan *Cubicost TBQ*.

Cubicost juga mendukung konsep *BIM 5D*, yang mengintegrasikan dimensi waktu dan biaya ke dalam model 3D. Ini memungkinkan pengguna untuk tidak hanya menghitung volume pekerjaan, tetapi juga untuk merencanakan dan mengelola biaya serta jadwal proyek secara lebih efektif. *Software* ini juga memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi dan analisis terhadap model yang dibuat. Dengan menggunakan *Cubicost*, pengguna dapat mengevaluasi keakuratan dan efektivitas biaya dari berbagai elemen konstruksi, seperti beton dan bekisting, serta membandingkan hasil kalkulasi dengan metode tradisional. Dengan data yang dihasilkan dari pemodelan *BIM* menggunakan *Glodon Cubicost*, manajer proyek dapat membuat keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan sumber daya, pengendalian biaya, dan perencanaan proyek. Ini membantu dalam mengurangi risiko pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Penelitian ini dilakukan untuk perhitungan volume pekerjaan arsitektur menggunakan *Cubicost TAS*. Adapun perbedaan tahapan perhitungan volume antara metode konvensional dan menggunakan *BIM Cubicost* tersebut dalam tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Perbandingan Tahapan Pekerjaan Estimasi Antara Metode Konvensional dan *Glodon Cubicost* untuk Pekerjaan Arsitekrural dan Struktur

No	Urutan Tahapan	Metode Konvensional	<i>Glodon-Cubicost</i>
1	2	3	4
1	Tahapan Pertama	➤ Memeriksa kelengkapan gambar	➤ Memeriksa kelengkapan gambar
2	Tahapan Kedua	➤ Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen	➤ Mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen
3	Tahapan Ketiga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat template perhitungan beton untuk setiap elemen struktur (<i>footplat</i>, kolom, balok, plat) jika terkait pekerjaan struktur ➤ Membuat template perhitungan arsitektur 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Import</i> gambar (Cad) keTAS dan sesuaikan ketentuan yang ada untuk pekerjaan struktur dan arsitektural ➤ Untuk pekerjaan struktur khusus pembesian ke TRB dan
4	Tahapan Keempat	➤ Mengukur Panjang dimensi setiap elemen Struktur di <i>Cad</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat <i>grid axis</i> di TAS ➤ dengan cara <i>auto-identify</i>
5	Tahapan Kelima	➤ Memasukan informasi Panjang elemen ke dalam <i>Ms. Excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat elemen struktur (<i>footplat</i>, kolom, balok, pelat) ➤ dengan pengaturan <i>Modeling</i>
6	Tahapan Keenam	➤ Membuat template perhitungan bekisting untuk setiap elemen struktur	➤ <i>Calculate</i> , perhitungan volume beton dan bekisting selesai
7	Tahapan Ketujuh	➤ Hitung berurutan sesuai lantai Elevasi elemen struktur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Export</i> hasil ke dalam bentuk ➤ <i>Cubic</i>. untuk dikerjakan di TRB
8	Tahapan Kedelapan	➤ Memasukan informasi detail tulangan ke dalam <i>Ms. Excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Memeriksa dimensi dan ➤ <i>input data</i> penulangan setiap elemen
9	Tahapan Kesembilan	➤ Hitung berurutan sesuai lantai elevasi elemen struktur	➤ <i>Calculate</i> , perhitungan volume tulangan

No	Urutan Tahapan	Metode Konvensional	Glodon-Cubicost
1	2	3	4
10	Tahapan Kesepuluh	➤ Membuat template perhitungantulangan untuk setiap elemen struktur	➤ <i>Export</i> data dari TAS dan TRB Ke <i>Microsoft Excel</i> untuk estimasi biaya
11	Tahapan Kesebelas	➤ Hitung berurutan sesuai lantaaielevasi elemen struktur	
12	Tahapan Keduabelas	➤ <i>Input</i> harga satuan pekerjaan dalam proyek	
13	Tahapan Ketigabelas	➤ Volume material direkap untuk menghitung estimasi biaya	

Sumber: Data dari Analisis Tinjauan Pustaka Peneliti

Berdasarkan tabel di atas, penghitungan volume pekerjaan secara keseluruhan baik terkait pekerjaan arsitektural, struktur, dan mekanikal elektrik terdapat beberapa persamaan dan perbedaan dalam tahapan pengerjaan. Persamaan hanya terjadi pada tahapan pertama dan kedua, yaitu tahapan memeriksa kelengkapan gambar dan tahapan mempelajari gambar kerja dan standar detail setiap elemen. Untuk tahapan selanjutnya urutannya berbeda dari tahapan ketiga hingga tahapan terakhir.

Cara konvensional hingga tahapan ketigabelas atau terakhir baru bisa merekap volume pekerjaan secara keseluruhan hingga estimasi biaya. Sementara melalui metode penerapan *BIM* dengan *Software Cubicost* pada tahapan keenam langsung bisa untuk mengkalkulasi volume pekerjaan. Dari tabel tersebut, dengan relative lebih singkat dan cepat untuk melakukan estimasi volume pekerjaan bahkan hingga estimasi biaya

Tahap pengolahan data *Cubicost TAS* terdiri dari tiga tahap yaitu input gambar, identifikasi/pelatihan, dan perhitungan. Pada *Cubicost TAS*, gambar masukannya berupa DED pada denah dan dimensi. *Software TAS* mendukung tiga pemodelan cepat yaitu pemodelan *batch* dengan mengidentifikasi gambar *Autocad* (*DWG*) atau file dalam format PDF. Pemodelan gambar 3D sekali klik dengan mengimpor model dari *Industry Foundation Classes (IFC)* atau dari *Autodesk Revit (RVT)*, dan mode manual dengan menggunakan berbagai mode gambar. Penelitian ini menggunakan gambar *AutoCad* sebagai acuan pemodelan. Identifikasi/pelatihan dilakukan untuk mengenali ukuran dan letak komponen. Pada tahapakhir perhitungan menangani perhitungan kebutuhan volume pekerjaan arsitektur berdasarkan model masing-masing elemen.