



## Efektivitas dan Akurasi Metode Manual dan BIM dalam Perhitungan Volume Pile Cap dan Pembesian Bangunan Gedung

Gazalba Imaduddin Sholeh \*

Universitas Sebelas Maret, Indonesia

Alamat: Jl. Ir. Sutami No.36, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

Korespondensi penulis: [gazalba.sipil@gmail.com](mailto:gazalba.sipil@gmail.com) \*

**Abstract.** *In the modern construction industry, accuracy and efficiency in volume calculations are crucial aspects of project success. This study compares two methods for calculating the volume of pile caps and reinforcement: the manual method and the Building Information Modeling (BIM)-based method. The manual method has long been used but has limitations in terms of time efficiency and a higher risk of errors. In contrast, the BIM method offers more accurate and efficient calculations through software-based digital modeling. This study employs a descriptive-comparative quantitative approach by analyzing volume calculation data using both methods. The results indicate that the BIM method has a higher level of accuracy, with a concrete volume of 1,822.87 m<sup>3</sup> and reinforcement of 148,862.80 kg, compared to the manual method, which produced a concrete volume of 1,842.17 m<sup>3</sup> and reinforcement of 150,279.05 kg. The comparison of pile cap volume calculations shows that the BIM method achieves 98.95% effectiveness in concrete volume calculations and 99.06% effectiveness in reinforcement calculations compared to the manual method. Additionally, the BIM method has proven to be more efficient in reducing calculation time and minimizing input errors. Thus, BIM is more recommended for large-scale projects that require high accuracy and efficiency in construction volume calculations. However, the manual method remains relevant as a validation tool and for small projects with technological limitations. This study highlights the importance of adopting digital technology in the construction industry to enhance productivity and project planning effectiveness.*

**Keywords:** *Building Information Modeling (BIM), calculation effectiveness, construction efficiency, manual method, pile cap, volume calculation*

**Abstrak.** Dalam industri konstruksi modern, akurasi dan efisiensi dalam perhitungan volume pekerjaan merupakan aspek krusial dalam keberhasilan proyek. Penelitian ini membandingkan dua metode perhitungan volume pile cap dan pembesian, yaitu metode manual dan metode berbasis *Building Information Modeling* (BIM). Metode manual telah lama digunakan tetapi memiliki keterbatasan dalam efisiensi waktu serta risiko kesalahan yang lebih tinggi. Sebaliknya, metode BIM menawarkan perhitungan yang lebih akurat dan efisien dengan pemodelan digital berbasis perangkat lunak. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-komparatif dengan menganalisis data perhitungan volume menggunakan kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BIM memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dengan volume beton sebesar 1.822,87 m<sup>3</sup> dan pembesian 148.862,80 kg, dibandingkan metode manual yang menghasilkan volume beton 1.842,17 m<sup>3</sup> dan pembesian 150.279,05 kg. Perbandingan perhitungan volume pekerjaan *pile cap* menunjukkan bahwa metode BIM memiliki efektivitas 98,95% dalam perhitungan volume beton dan 99,06% dalam perhitungan pembesian dibandingkan metode manual. Selain itu, metode BIM terbukti lebih efisien dalam mengurangi waktu perhitungan dan meminimalisir kesalahan input. Dengan demikian, BIM lebih direkomendasikan untuk proyek berskala besar yang membutuhkan akurasi tinggi dan efisiensi dalam perhitungan volume pekerjaan konstruksi. Namun, metode manual tetap relevan sebagai alat validasi dan untuk proyek-proyek kecil dengan keterbatasan teknologi. Studi ini menegaskan pentingnya adopsi teknologi digital dalam industri konstruksi untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas perencanaan proyek.

**Kata kunci:** Building Information Modeling (BIM), perhitungan volume, *pile cap*, metode manual, efisiensi konstruksi, efektivitas perhitungan.

## 1. LATAR BELAKANG

Dalam dunia konstruksi modern, akurasi dan efisiensi dalam perhitungan volume pekerjaan menjadi faktor kunci untuk keberhasilan proyek. Dua metode yang sering digunakan untuk menghitung volume pekerjaan adalah metode manual dan metode berbasis teknologi seperti *Building Information Modeling* (BIM). Metode manual, meskipun telah lama menjadi standar, sering kali memunculkan estimasi proyek yang salah dan rendahnya efektivitas kerja (Zain dkk., 2022). Sebaliknya, metode BIM menawarkan pendekatan yang lebih terintegrasi dan akurat, dengan memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kedua metode tersebut dalam konteks perhitungan volume pekerjaan *pile cap* pada bangunan gedung. Dengan memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing metode, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam bagi para praktisi dan akademisi dalam memilih metode yang paling sesuai dengan kebutuhan dan kompleksitas proyek. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong adopsi teknologi yang lebih luas di industri konstruksi, khususnya di Indonesia.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Pengertian *Pile Cap*

*Pile cap* adalah struktur beton yang menghubungkan ujung atas tiang pancang (*pile*) dalam sebuah kelompok. *Pile cap* juga berfungsi sebagai sistem pengikat pondasi untuk memastikan kolom berdiri dengan presisi pada titik pusat pondasi. Dengan demikian, *pile cap* mencegah terjadinya eksentrisitas yang berpotensi menambah beban pada pondasi (Putri dkk., 2023). Fungsi utama *pile cap* adalah mendistribusikan beban dari struktur atas secara merata ke seluruh tiang pancang, sehingga seluruh sistem pondasi dapat bekerja secara optimal. Selain itu, *pile cap* berperan sebagai elemen pengaku yang menjaga kestabilan kelompok tiang pancang terhadap gaya lateral.

Dalam konteks perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, pemahaman yang mendalam mengenai *pile cap* menjadi sangat penting. Hal ini dikarenakan perhitungan yang akurat dalam volume pekerjaan *pile cap* akan memengaruhi efisiensi penggunaan material, biaya, dan waktu pelaksanaan proyek.

### Metode Perhitungan Volume Pekerjaan

Metode manual merupakan pendekatan tradisional yang digunakan untuk menghitung volume pekerjaan konstruksi berdasarkan gambar teknik. Proses ini melibatkan perhitungan matematis menggunakan alat bantu seperti kalkulator atau tabel data. Dalam penerapan metode

konvensional, perangkat lunak seperti AutoCAD dan Microsoft Excel sering digunakan untuk mendukung proses perhitungan. Namun, metode ini cenderung memakan waktu lebih lama karena langkah-langkahnya tidak saling terintegrasi secara otomatis, sehingga risiko kesalahan manual cukup tinggi (Juliani dkk., 2023). Prinsip dasarnya adalah mengidentifikasi elemen struktur yang akan dihitung volumenya dari *pile cap*, kemudian menghitung dimensi-dimensi geometris dari elemen tersebut berdasarkan gambar kerja. Langkah-langkah dalam metode manual meliputi:

1. Mengukur dimensi elemen dari gambar teknik, seperti panjang, lebar, dan tinggi.
2. Melakukan perhitungan volume berdasarkan rumus geometris, seperti volume balok atau silinder.
3. Mengakumulasi hasil perhitungan untuk memperoleh total volume pekerjaan.

Meskipun sederhana, metode manual rentan terhadap kesalahan manusia, terutama jika terjadi kesalahan dalam interpretasi gambar atau perhitungan matematis. *Building Information Modeling* (BIM) adalah metode berbasis teknologi yang saat ini dikembangkan dalam bidang *Architecture, Engineering, and Construction* (AEC). BIM menggunakan model digital untuk memvisualisasikan proyek konstruksi dalam bentuk tiga dimensi (3D), memungkinkan dilakukannya analisis dan kontrol yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Model 3D yang dihasilkan mencakup data atribut seperti dimensi, material, dan lokasi setiap elemen, sehingga mendukung perhitungan volume pekerjaan konstruksi serta berbagai analisis lainnya (Utari dkk., 2023). Proses perhitungan volume menggunakan BIM melibatkan:

1. Pembuatan model 3D yang terintegrasi berdasarkan data desain.
2. Identifikasi elemen struktur yang akan dihitung volumenya melalui model.
3. Pemanfaatan fitur perangkat lunak BIM untuk menghitung volume secara otomatis dan akurat.

Metode BIM menawarkan sejumlah keunggulan, seperti efisiensi waktu, akurasi tinggi, dan kemampuan untuk mendeteksi kesalahan desain pada tahap awal. Hal ini tidak hanya mempermudah perhitungan volume, tetapi juga meningkatkan koordinasi antar-disiplin dalam proyek konstruksi. Salah satu fitur andalan BIM adalah *Quantity Take-Off* (QTO), yang menghasilkan keluaran lebih sederhana, lebih akurat, dan lebih detail dibandingkan perhitungan manual (Fadillah dkk., 2022). Meski begitu, fitur ini memiliki tingkat kompleksitas yang cukup tinggi dan hanya dapat dimanfaatkan secara optimal oleh para ahli yang berpengalaman.

## Perbandingan Metode Manual dan BIM

Metode manual menawarkan kemudahan tanpa memerlukan teknologi canggih, sehingga cocok untuk proyek kecil. Namun, metode ini memakan waktu lebih lama dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama untuk perhitungan yang kompleks. Di sisi lain, metode konvensional sering kali kurang efisien dan membutuhkan lebih banyak sumber daya manusia serta biaya, karena biasanya menggunakan Microsoft Excel sebagai alat bantu (Maghfirona dkk., 2023).

Sebaliknya, BIM memberikan akurasi tinggi dan efisiensi dalam perhitungan volume pekerjaan melalui penggunaan model digital yang terintegrasi. Keunggulan lainnya adalah kemampuan BIM untuk mendeteksi kesalahan desain sejak awal, sehingga meningkatkan efektivitas koordinasi antar-disiplin dalam proyek berskala besar. Namun, adopsi BIM memerlukan investasi awal yang signifikan, termasuk pelatihan sumber daya manusia dan pembelian perangkat lunak.

Literatur menunjukkan bahwa metode manual masih banyak digunakan di Indonesia khususnya dalam proyek-proyek kecil atau di wilayah dengan keterbatasan teknologi. Sementara itu, BIM semakin populer untuk proyek-proyek besar atau kompleks, dengan hasil penelitian menunjukkan peningkatan efisiensi dan pengurangan kesalahan pada proyek yang menggunakannya (Putri dkk., 2024).

## Prinsip Dasar *Building Information Modeling* (BIM)

*Building Information Modeling* (BIM) adalah teknologi yang mengintegrasikan desain, konstruksi, dan pengelolaan bangunan dalam satu model digital yang dapat diakses oleh berbagai pihak yang terlibat. BIM tidak hanya mencakup representasi tiga dimensi (3D) dari bangunan, tetapi juga informasi tambahan seperti material, waktu (4D), dan biaya (5D). Prinsip dasar implementasi BIM adalah mendukung manajemen proyek dari tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga serah terima pekerjaan melalui kemampuan otomatisasi untuk mengambil informasi dari model bangunan dan mengintegrasikannya ke dalam alur kerja yang saling terkait (Simanjuntak dkk., 2020). Dengan pendekatan ini, BIM memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dan meningkatkan koordinasi antar pemangku kepentingan. BIM didukung oleh perangkat lunak seperti Autodesk Revit, ArchiCAD, dan Tekla, serta teknologi tambahan seperti pemindaian laser 3D dan drone, yang bersama-sama menciptakan model yang lebih akurat dan informatif. Salah satu aplikasi utamanya adalah perhitungan volume pekerjaan konstruksi, termasuk pile cap, yang dilakukan dengan presisi tinggi dan lebih efisien dibandingkan metode manual.

### Studi Kasus yang Relevan

Penerapan metode manual dan BIM telah banyak dilakukan dalam berbagai proyek konstruksi. Contohnya, metode manual sering digunakan pada proyek skala kecil yang tidak memerlukan koordinasi kompleks, seperti pembangunan rumah tinggal atau gedung bertingkat rendah. Sebaliknya, BIM lebih sering diterapkan pada proyek besar dengan tingkat kompleksitas tinggi, seperti pembangunan gedung perkantoran, rumah sakit, atau infrastruktur publik, di mana akurasi dan efisiensi menjadi prioritas utama.

Hasil studi sebelumnya menunjukkan bahwa metode manual masih relevan untuk kebutuhan sederhana, meskipun rentan terhadap kesalahan manusia, terutama dalam proyek yang melibatkan banyak perhitungan. Di sisi lain, Proses perhitungan dengan menggunakan BIM cenderung lebih cepat dan efisien dibandingkan metode konvensional. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Building Information Modeling* (BIM) lebih efektif daripada perhitungan manual karena menawarkan tingkat akurasi yang lebih tinggi (Zahrah dkk., 2023).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif-komparatif. Tujuannya adalah untuk menganalisis dan membandingkan efektivitas serta akurasi metode manual dan *Building Information Modeling* (BIM) dalam perhitungan volume *pile cap* bangunan gedung.

#### Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan utama berikut:

1. Identifikasi parameter yang akan dihitung, berupa volume pile cap.
2. Pengumpulan data dengan melakukan simulasi perhitungan volume menggunakan metode manual.
3. Pengumpulan data perhitungan volume dengan menggunakan perangkat lunak BIM.
4. Analisis akurasi hasil perhitungan.
5. Perbandingan data dari metode manual dan BIM untuk menentukan kelebihan serta kekurangannya..

#### Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh secara tidak langsung dari orang lain, kantor yang berupa laporan, profil, buku pedoman, atau pustaka (Hardani dkk., 2020). Data berupa gambar DED *pile cap* bangunan gedung.

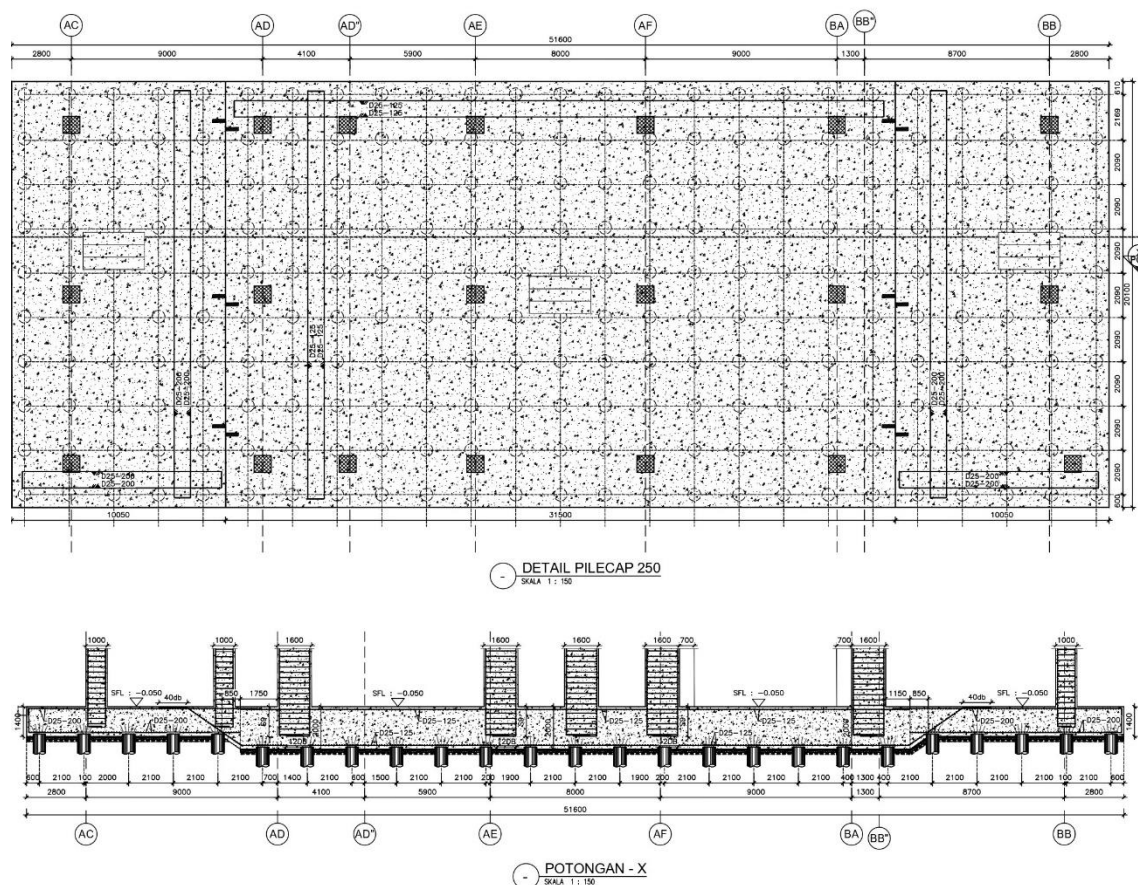
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap efektivitas dan akurasi metode manual serta metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam perhitungan volume *pile cap* bangunan gedung. Berikut adalah pembahasan berdasarkan hasil penelitian:

##### Perhitungan Metode Manual

Metode manual digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung volume *pile cap* berdasarkan rancangan struktur yang telah ditentukan. Proses perhitungan dilakukan secara bertahap, dimulai dari analisis data desain yang mencakup dimensi *pile cap*, hingga kalkulasi volume menggunakan rumus-rumus matematis sederhana yang sesuai.

Proses ini memerlukan ketelitian dalam setiap langkah penghitungan, karena kesalahan kecil dapat berdampak signifikan pada hasil akhir. Oleh karena itu, semua data dan parameter dicatat secara rinci, termasuk toleransi yang memungkinkan. Metode manual sangat bergantung pada kemampuan analitis dan keahlian teknis individu, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penghitungan dapat bervariasi. Berikut detail potongan dari *pile cap*:



**Gambar 1 Detail Potongan Pile Cap**

Hasil perhitungan manual kemudian dikompilasi dalam format tabel untuk mempermudah analisis dan perbandingan dengan hasil perhitungan menggunakan metode

*Building Information Modeling* (BIM). Berikut hasil perhitungan volume beton dan pembesian menggunakan metode manual:

**Tabel 1 Perhitungan Volume Beton Metode Manual**

<i>Perhitungan Volume Beton Metode Manual</i>			
No	Luas (m2)	Panjang (m)	Total (m3)
1	1,4 x 51,6	20,10	1452,02
	72,24		
2	0,6 x 31,5	20,10	379,89
	18,9		
3	0,6 x 0,85	20,10	10,25
	0,51		
Total			1842,17

**Tabel 2 Perhitungan Volume Pembesian Metode Manual**

<i>Perhitungan Volume Pembesian Metode Manual</i>				
No	Panjang (mm)	Jumlah	Total Panjang (mm)	Konversi Berat (Kg)
<b>1</b>	11.007,10	101	1.111.717,10	4.283,45
<b>2</b>	11.007,10	101	1.111.717,10	4.283,45
<b>3</b>	10.931,10	101	1.104.041,10	4.253,87
<b>4</b>	10.931,10	101	1.104.041,10	4.253,87
<b>5</b>	89.510,10	161	14.411.126,10	55.526,07
<b>6</b>	31.500,00	161	5.071.500,00	19.540,49
<b>7</b>	20.362,20	98	1.995.495,60	7.688,64
<b>8</b>	20.310,20	253	5.138.480,60	19.798,57
<b>9</b>	21.810,20	90	1.962.918,00	7.563,12
<b>10</b>	22.958,20	261	5.992.090,20	23.087,52
<b>Total</b>			39.003.126,90	150.279,05

**Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pile Cap Metode Manual**

<i>Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pile Cap Metode Manual</i>
---

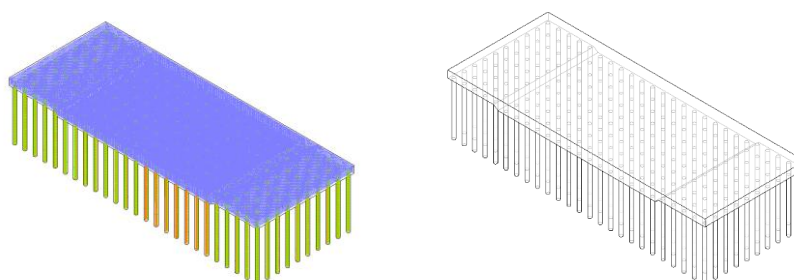
No	Pekerjaan	Satuan	Volume
1	Beton	m <sup>3</sup>	1.842,17
2	Pembesian BJTS D25	Kg	150.279,05

Metode manual dalam penelitian ini menunjukkan efektivitasnya dalam menghitung volume *pile cap* melalui proses bertahap dan pencatatan data yang rinci. Proses ini memerlukan ketelitian tinggi dan waktu yang relatif lama, karena setiap langkah penghitungan sangat bergantung pada kemampuan analitis individu. Meskipun demikian, metode ini menghasilkan total volume beton 1.842,17 m<sup>3</sup> dan pembesian BJTS D25 150.279,05 kg, yang kemudian dibandingkan dengan hasil metode BIM. Hal ini menegaskan bahwa metode manual tetap relevan untuk validasi hasil teknologi modern.

### Perhitungan Metode BIM

Dalam penelitian ini, metode *Building Information Modeling* (BIM) diterapkan untuk menghitung volume cap berdasarkan rancangan struktur yang sama seperti yang digunakan dalam metode manual. Penggunaan metode ini melibatkan perangkat lunak BIM, seperti Revit, Tekla, atau ArchiCAD, yang memungkinkan integrasi data desain secara digital.

Proses perhitungan dimulai dengan memasukkan data desain, seperti dimensi pile cap, ke dalam perangkat lunak BIM. Model tiga dimensi dari elemen struktural kemudian dibuat untuk memvisualisasikan secara detail dimensi dan konfigurasi pile cap. Perangkat lunak secara otomatis menghitung volume berdasarkan data yang telah dimasukkan, dengan akurasi tinggi dan minim kesalahan input.



**Gambar 2 Pemodelan 3D Pile Cap**

Keunggulan utama dari metode BIM adalah kemampuannya untuk mengurangi waktu perhitungan dibandingkan metode manual. Selain itu, BIM memungkinkan pengolahan data yang lebih efektif, seperti pembuatan laporan perhitungan yang dapat diunduh dan dianalisis lebih lanjut. Waktu yang dihabiskan untuk proses ini juga dicatat untuk dianalisis dan dibandingkan dengan efisiensi metode manual.



Hasil perhitungan menggunakan metode BIM disusun dalam format tabel untuk mempermudah analisis dan perbandingan dengan hasil yang diperoleh dari metode manual. Data ini mencakup volume *pile cap*, serta parameter lainnya seperti waktu yang dibutuhkan untuk perhitungan dan biaya implementasi perangkat lunak. Berikut hasil perhitungan volume beton dan pembesian menggunakan metode BIM:

**Tabel 4 Perhitungan Volume Pekerjaan *Pile Cap* Metode BIM**

<i>Perhitungan Volume Pekerjaan Pile Cap Metode BIM</i>			
No	Pekerjaan	Satuan	Volume
1	Beton	m <sup>3</sup>	1.822,87
2	Pembesian BJTS D25	Kg	148.862,80

Metode *Building Information Modeling* (BIM) terbukti memberikan keunggulan signifikan dalam perhitungan volume *pile cap*. Dengan memanfaatkan perangkat lunak seperti Revit, Tekla, atau ArchiCAD, metode ini memungkinkan integrasi data desain secara digital, menghasilkan perhitungan volume yang akurat dan minim kesalahan input. Model tiga dimensi yang dihasilkan tidak hanya memvisualisasikan elemen struktural secara detail, tetapi juga memungkinkan otomatisasi dalam proses perhitungan, yang mengurangi waktu pengerjaan dibandingkan metode manual.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume beton yang dihitung menggunakan metode BIM adalah 1.822,87 m<sup>3</sup>, sementara volume pembesian mencapai 148.862,80 kg. Keunggulan utama metode BIM meliputi efisiensi waktu, pengurangan potensi kesalahan input, dan kemampuan menghasilkan laporan yang terstruktur untuk analisis lebih lanjut. Oleh karena itu, metode BIM menjadi alternatif yang sangat efektif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proyek konstruksi.

### **Perbandingan**

Hasil perhitungan volume menunjukkan adanya perbedaan antara metode manual dan metode BIM. Metode manual cenderung menghasilkan hasil yang lebih variatif tergantung pada tingkat keahlian individu yang melakukan perhitungan. Sementara itu, metode BIM memberikan hasil yang lebih konsisten karena didukung oleh algoritma dan basis data perangkat lunak. Berikut hasil perbandingan perhitungan menggunakan metode manual dan juga metode BIM:

**Tabel 5 Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Pile Cap Metode Manual dan BIM**

<i>Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Pile Cap Metode Manual dan BIM</i>					
No	Pekerjaan	Satuan	Volume Manual	Volume BIM	Persentase
1	Beton	m <sup>3</sup>	1.842,17	1.822,87	98,95%
2	Pembesian BJTS D25	Kg	150.279,05	148.862,80	99,06%

Akurasi: Metode BIM memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode manual. Hal ini disebabkan oleh kemampuan perangkat lunak BIM dalam meminimalkan kesalahan hitung, seperti kesalahan dalam memasukkan data atau kelalaian terhadap detail kecil pada desain.

#### **Metode**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume beton yang dihitung secara manual adalah 1.842,17 m<sup>3</sup> dengan tingkat akurasi 98,95%, sedangkan metode BIM menghasilkan 1.822,87 m<sup>3</sup>. Untuk pembesian BJTS D25, metode manual mencatat 150.279,05 kg dengan tingkat akurasi 99,06%, sementara metode BIM menghasilkan 148.862,80 kg.

Dengan akurasi dan konsistensi yang lebih tinggi, metode BIM memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan dan efisien untuk mendukung pengelolaan proyek konstruksi modern.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari penelitian ini menyoroti perbandingan antara metode manual dan *Building Information Modeling* (BIM) dalam menghitung volume pekerjaan *pile cap*. Metode manual, meskipun sederhana dan tidak memerlukan perangkat canggih, bergantung pada keahlian individu dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Metode ini menghasilkan volume beton 1.842,17 m<sup>3</sup> dengan akurasi 98,95% dan pembesian BJTS D25 sebesar 150.279,05 kg dengan akurasi 99,06%. Namun, metode ini tetap relevan untuk proyek-proyek sederhana dan sebagai alat validasi terhadap hasil teknologi modern.

Sebaliknya, metode BIM memberikan keunggulan dalam akurasi, efisiensi, dan konsistensi. Dengan menggunakan perangkat lunak seperti Revit, Tekla, atau ArchiCAD, BIM memungkinkan integrasi data desain secara digital dan menghasilkan perhitungan otomatis yang presisi. Dalam penelitian ini, volume beton yang dihitung menggunakan BIM adalah 1.822,87 m<sup>3</sup> dan pembesian BJTS D25 sebesar 148.862,80 kg. Keunggulan utama BIM

meliputi pengurangan waktu perhitungan, minimnya potensi kesalahan input, dan kemampuan menghasilkan laporan analisis yang lebih terstruktur.

Perbandingan antara kedua metode menunjukkan bahwa BIM lebih cocok untuk proyek dengan skala besar dan kompleksitas tinggi, di mana akurasi dan efisiensi waktu menjadi prioritas. Namun, metode manual tetap relevan dalam proyek skala kecil atau untuk memvalidasi hasil perhitungan. Kombinasi penggunaan kedua metode ini dapat memberikan hasil optimal, tergantung pada kebutuhan dan konteks proyek.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menggarisbawahi potensi adopsi BIM sebagai solusi modern yang dapat meningkatkan produktivitas dan akurasi di industri konstruksi. Di sisi lain, penting untuk tetap mempertahankan keterampilan analitis manual sebagai dasar pemahaman teknis yang mendalam. Penelitian ini mendorong pengembangan integrasi teknologi di dunia konstruksi, khususnya di Indonesia, untuk mendorong efisiensi dan kualitas yang lebih baik dalam perencanaan proyek.

## DAFTAR REFERENSI

- Fadillah, M., & Nofriadi. (2022) Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modeling (BIM) Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 2 (1), 24-25. <https://doi.org/10.51510/agregat.v2i1.733>
- Hardani, Andriani, H., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Istiqomah, R. R., Fardani, R. A., Sukmana, D. J., Auliya, N. H. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Pustaka Ilmu. Yogyakarta.
- Juliani, M. P., & Renaningsih. (2023). Analisa Perbandingan Volume Beton Metode Konvensional Pada Hasil (BQ) Dan BIM Autodesk Revit 2020 Terhadap Efektivitas Biaya. 632.
- Maghfirona, A., Amar, T. I. K., & Failasufa, A. A. M. H. (2023). Analisis Komparasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Konvensional Dan Metode BIM (Studi Kasus : Perencanaan Omah DW). *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5 (1), 61. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.272>
- Putri, D., A., Herzanita, A., & Ihsani, I. (2024). Analisis Perbandingan Rumus Perhitungan Quantity Take Off Menggunakan Metode BIM Dan Konvensional Pada Pekerjaan Struktur Studi Kasus: Proyek Pembangunan Unit Sekolah X. *Jurnal Artesis*, 4 (2), 175. <https://doi.org/10.35814/artesis.v4i2.7859>
- Putri, E. A., Armaeni, N. K., & Triswandana, I. W. G. E. (2023). Perencanaan Pelaksanaan Pekerjaan Pile Cap Pada Proyek Pembangunan Gedung IGD UPT Rumah Sakit Nyitdah Tabanan. *Jurnal Teknik Gradien*, 15 (1), 5. [https://doi.org/10.47329/teknik\\_gradien.v15i01.1010](https://doi.org/10.47329/teknik_gradien.v15i01.1010)

- Simanjuntak, M. R. A., & Baskoro, A. T. (2020) Kajian Faktor - Faktor Manajemen Pembiayaan Proyek Dalam Implementasi BIM Pada Proyek Bangunan Gedung. 415.
- Utari, R. P., & Pradana, N. (2023). Implementasi Sistem Building Information Modeling (BIM) Untuk Analisis Waktu dan Biaya (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Islam Malang). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23 (2), 1246. <http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.3994>
- Zahrah, K., Lenggogeni, & Berliana, R. (2023) Implementasi BIM Dalam Perhitungan Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Dan Arsitektur Proyek RTCT PERTAMINA. *Jurnal Deformasi*, 8 (2), 190. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.13407>
- Zain, H. A., Mulyono, B., & Sudibyo, G. H. (2022). Analisis Perbandingan Efektivitas Metode Konvensional dan BIM Pada Elemen Struktur Beton (Studi Kasus Gedung Pelayanan Pendidikan FISIP UNSOED). *Jurnal Disprotek*, 13 (1), 37. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v13i1.3078>