

STUDI KOMPARASI *QUANTITY TAKE-OFF* BERBASIS BIM DENGAN METODE KONVENSIONAL TERHADAP EFISIENSI *COST ESTIMATION*

Marsubi^{*1}, Ita Suhermin Ingsih², Ade Fitriyanti Ulul Azmi³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : 22101051090@unisma.ac.id

² Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : ita.suhermin@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : adefitriyanti@unisma.ac.id

ABSTRACT

The implementation of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry has brought a significant transformation in project planning efficiency. This study aims to compare the Quantity Take-Off (QTO) method based on BIM with the conventional method in terms of cost estimation efficiency for the planning project of Kyai Tholhah Hasan Building at Unisma. The study focuses on structural work, including concrete and reinforcement for foundations, beams, columns, and slabs. The research method involves 3D modeling using Autodesk Revit 2024 software to generate BIM-based QTO, while the conventional method is performed manually using Microsoft Excel. The results show that the BIM method yields a cost efficiency of 5.81%, equivalent to savings of IDR 743,960,381.69, with the highest efficiency in beam work (23.17%) and the lowest in columns (0.29%).

Keywords: *BIM, Quantity Take-Off, Cost Estimation, Cost Efficiency*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri konstruksi di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring dengan pelaksanaan berbagai program pembangunan oleh pemerintah [1]. Dalam menghadapi permintaan yang semakin meningkat, dibutuhkan teknologi yang dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam proses pembangunan konstruksi. Salah satu teknologi yang menjadi tren dalam industri konstruksi saat ini adalah BIM (*Building Information Modeling*).

Menurut [2], BIM bukan hanya software dalam permodelan dan pendokumentasian proyek, melainkan teknologi metode yang dapat mengubah budaya, alur kerja, strategi, dan proses pada semua pelaku di industri AEC (*Architecture, Engineering, Construction*) dalam mengelola informasi pada proses perencanaan dan perancangan hingga pengelolaan konstruksi yang semakin kompleks.

Hal ini juga ditekankan oleh Pemerintah Negara Republik Indonesia dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara yang mana didalamnya berbunyi “Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan di atas 2 (dua) lantai .

Pada perencanaan struktural proyek gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA belum menggunakan metode BIM serta perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) masih menggunakan metode konvensional. Hal ini bisa berpengaruh terhadap efisiensi proyek dari segi efektivitas dan pembengkakan anggaran proyek. Maka dalam penelitian ini peneliti akan mengimplementasikan BIM sebagai metode untuk permodelan, *Quantity Take-Off* (QTO) dan *cost estimation*.

Permodelan 3D menggunakan *software* Autodesk Revit 2024 dan *Quantity Take-Off* (QTO) metode BIM akan langsung dikeluarkan secara otomatis melalui fitur pada *software* Autodesk Revit 2024. Sementara Perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) secara konvensional menggunakan Microsoft Excell yang mengacu pada gambar *Detail Engineering Design* (DED). Hasil dari *Quantity Take-Off* (QTO) akan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan untuk mencari *cost estimation*. Hasil *cost estimation* metode konvensional dan metode BIM akan dikomparasikan untuk mengetahui nilai efisiensi dari metode BIM.

1.2. Identifikasi Masalah

1. Perencanaan gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA belum menerapkan metode BIM.
2. Dalam perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) perencanaan gedung kuliah Tholhah Hasan UNISMA belum menggunakan metode BIM.
3. Dalam menyusun *cost estimation* perencanaan gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA belum berdasarkan *Bill of Quantity* (BOQ) yang berbasis BIM.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapa hasil perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) metode konvensional dan *Quantity Take-Off* (QTO) metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam pekerjaan struktural gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA?
2. Berapa hasil perhitungan *cost estimation* metode konvensional dan *cost estimation* metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam pekerjaan struktural gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA?
3. Berapa nilai efisiensi *cost estimation* metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam pekerjaan struktural gedung kuliah Kyai Tholhah Hasan UNISMA?

1.4. Batasan Masalah

1. Perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) dan *cost estimation* dilakukan menggunakan metode konvensional dengan Microsoft Excell dan metode BIM berbasis *software* Autodesk Revit 2024.

2. Hanya membahas pekerjaan beton dan penulangan struktur kolom, balok dan plat lantai serta tidak meninjau pekerjaan bekisting.
3. Pengimplementasian BIM hanya dimensi 3 (*modeling*) dan dimensi 5 (*cost estimation*).
4. Tidak membahas analisa struktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Building Information Modeling (BIM)

Menurut (Indraprastha & Alfi Agirachman, 2022) BIM bukan hanya *software* dalam permodelan dan pendokumentasian proyek, melainkan teknologi metode yang dapat mengubah budaya, alur kerja, strategi, dan proses pada semua pelaku di industri AEC (*Architecture, Engineering, Construction*) dalam mengelola informasi pada proses perencanaan dan perancangan hingga pengelolaan konstruksi yang semakin kompleks.

Perencanaan adalah hal yang kompleks dan melibatkan berbagai kepentingan yang saling berkaitan [3]. Dalam industri bangunan, perencanaan tidak hanya dari segi arsitektur melainkan banyak pemangku kepentingan lainnya mulai dari sistem struktur, sistem HVAC, sistem pengelolaan air dan sistem yang lain yang saling bertukar informasi dalam satu tahapan desain. Dengan banyaknya informasi yang terhubung dan semakin kompleksnya proyek maka dibutuhkan sebuah teknologi untuk mengintegrasikan berbagai informasi yakni teknologi BIM.

2.2. Quantity Take-Off (QTO)

Quantity Take-Off (QTO) adalah proses yang tidak bisa ditinggalkan dalam industri konstruksi. Proses ini mencakup menghitung dan memperkirakan jumlah material, analisis detail rencana desain dan spesifikasi teknis untuk mengidentifikasi kuantitas [4]. Hasil dari QTO digunakan untuk membuat anggaran biaya, membuat rencana proyek, dan merencanakan pengadaan material yang akan digunakan dalam pekerjaan. Menurut [5] proses ini merupakan langkah penting dalam menentukan estimasi biaya proyek, karena hasil QTO menjadi dasar dalam penyusunan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

2.2.1. QTO Metode Konvensional

Quantity Take-Off (QTO) metode konvensional adalah proses perhitungan kuantitas dari permodelan 2D yang dihitung secara manual menggunakan rumus matematika berdasarkan bentuk gambar kerja. Perhitungan ini dilakukan secara manual dengan menjumlahkan setiap volume dan luasan dari gambar perencanaan. Penerapan metode konvensional dalam QTO sering dinilai kurang efisien terhadap waktu dan kurangnya akurasi dalam perhitungan volume pekerjaan karena dilakukan secara manual [6].

Metode konvensional membutuhkan biaya yang lebih banyak dan SDM yang kompeten karena perhitungannya dilakukan dengan Microsoft Excell sebagai alat bantu. Kesalahan yang umum terjadi pada metode ini adalah pada pembacaan dimensi gambar, data yang diinputkan, kesalahan aritmatika, ketelitian angka setelah koma dan lain-lain [6]. Oleh karena itu, pengalaman dari seorang estimator menjadi poin utama dalam perhitungan QTO secara konvensional agar menghasilkan kuantitas yang lebih akurat.

2.2.2. QTO Metode BIM

BIM merupakan tempat menyimpan berbagai informasi mengenai suatu fasilitas dan berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan selama siklus hidup proyek [7]. Dengan BIM segala informasi bisa diakses dan dikeluarkan secara otomatis termasuk kuantitas material dari sebuah permodelan bangunan.

Metode BIM memberikan pendekatan otomatis yang mampu menghasilkan *Quantity Take-Off* (QTO) yang akurat secara otomatis dari hasil permodelan 3D [8]. Namun, keberhasilan penggunaan QTO juga bergantung pada ketelitian dalam permodelan 3D. Karena pada dasarnya QTO ini dihasilkan melalui informasi yang telah diberikan dalam permodelan 3D.

2.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah analisa perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi dengan mengkalkulasikan perkalian kebutuhan bahan atau material, upah kerja dan peralatan dengan harga bangunan, standar upah pekerja dan harga sewa/beli

peralatan untuk menyelesaikan per-satuan pekerjaan konstruksi [9]. AHSP mencakup perhitungan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan, termasuk biaya bahan, upah tenaga kerja, dan penggunaan peralatan.

Tujuan utama dari AHSP adalah menyediakan standar perhitungan yang konsisten dan akurat, sehingga estimasi biaya proyek konstruksi dapat dilakukan dengan tepat. Dengan demikian, AHSP membantu para profesional dibidang konstruksi dalam menyusun *cost estimation* atau Rencana Anggaran Biaya yang realistis dan sesuai dengan kondisi lapangan.

2.4. Cost Estimation

Cost estimation atau estimasi biaya adalah perhitungan perkiraan banyaknya biaya yang dikeluarkan untuk bahan, upah, peralatan serta biaya lain yang akan digunakan untuk pelaksanaan proyek [10]. *Cost estimation* pada dasarnya didapat dari hasil perkalian *Bill of Quantity* (BOQ) dan harga satuan material ataupun pekerjaan. *Cost estimation* akan berbeda-beda dimasing-masing daerah karena perbedaan harga bahan dan harga tenaga kerja.

2.5. Autodesk Revit 2024

Autodesk Revit adalah perangkat lunak berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang pertama kali dikembangkan oleh Charles River pada tahun 1997 yang kemudian diakuisisi oleh Autodesk pada tahun 2000[11]. Revit dirancang untuk membantu para arsitek, insinyur, kontraktor dan professional lainnya untuk mendesain dan mengelola bangunan secara efisien dan terintegrasi. Perangkat lunak ini dirancang khusus untuk para profesional di industri konstruksi, seperti arsitek, insinyur struktur, insinyur MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing), serta kontraktor.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di area belakang kampus Universitas Islam Malang yang beralamat di Jalan MT. Haryono No.193, Dinoyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65144. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian
(Sumber : Google earth)

3.2. Pengumpulan Data

3.2.1. Data Primer

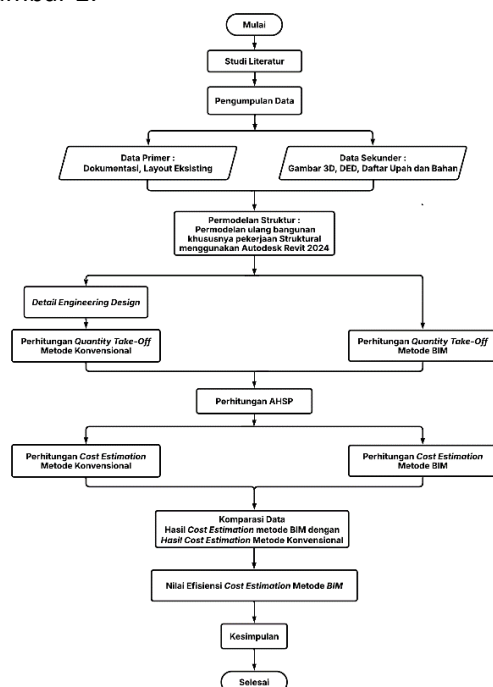
Dalam penelitian ini data primer yang digunakan berupa dokumentasi lokasi dan *layout* eksisting perencanaan gedung kuliah Tholhah Hasan UNISMA.

3.2.2. Data Sekunder

Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari Tim Pengembang Arsitektur dan Teknik Sipil UNISMA, berupa : gambar 3D, gambar *Detail Engineering Design* serta daftar harga upah dan bahan Kota Malang 2025.

3.3. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

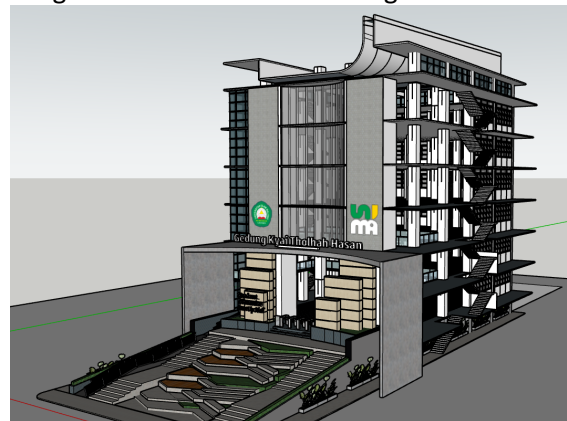


Gambar 2. Bagan alir penelitian

4. PEMBAHASAN

4.1. Permodelan Bangunan

Bangunan akan dimodelkan secara 3D di Autodesk Revit 2024 berdasarkan data permodelan yang telah dikumpulkan seperti pada Gambar 3. Bangunan yang akan dimodelkan adalah pekerjaan struktural mencakup pekerjaan beton dan pembesian pondasi, balok, dan plat dari perencanaan gedung Kyai Haji Tholhah Hasan Unisma. Bangunan tersebut memiliki total luas lantai dasar 1506 m² terdiri dari 9 lantai dan rooftop dengan struktur beton bertulang.



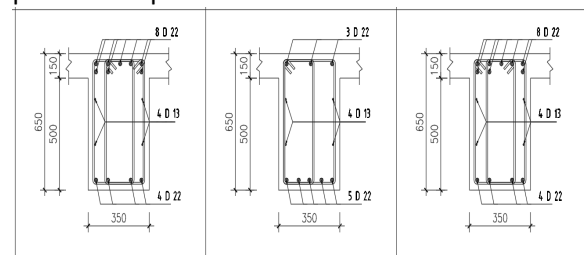
Gambar 3. Model 3D perencanaan Gedung Kuliah Kyai Tholhah Hasan Unisma
(Sumber : Data proyek)

Struktur bawah bangunan terdiri dari pondasi bored pile dan pile cap yang memiliki 3 tipe seperti pada Gambar 4.

No	Tipe Pondasi	Jumlah/ Kedalaman Bored Pile	Dimensi Pile Cap	Kuantitas Pondasi
1	Tipe 1	5 D 80 cm/ 16 m	4,8 x 4,8 x 1 m	10 buah
2	Tipe 2	10 D 80 cm/ 16 m	4,8 x 8,8 x 1 m	5 buah
3	Tipe 3	4 D 80 cm/ 16 m	4,2 x 6,85 x 1 m	2 buah

Gambar 4. Data struktur pondasi
(Sumber : Data proyek)

Struktur balok terdiri dari 4 tipe yaitu S1, S2, B1 dan B2. Berikut salah satu gambar pembesian pada Balok B1.



Gambar 5. Pembesian Balok B1
(Sumber : Data proyek)

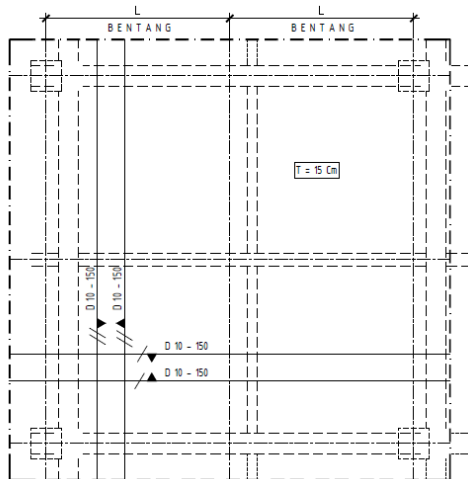
Struktur kolom terdiri dari 2 tipe dimensi 90x90 cm dan 60x60 cm. Berikut salah satu penulangan struktur kolom K1 pada Gambar 6.

TULANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
TULANGAN POKOK	36 Ø 22	36 Ø 22	36 Ø 22
SENGKANG LUAR	D 10 - 100	D 10 - 150	D 10 - 100
SENGKANG KAT	6 D 10 - 100	6 D 10 - 150	6 D 10 - 100
SELUPUT BETON	40 mm	40 mm	40 mm

GAMBAR PENULANGAN			
	900	900	900

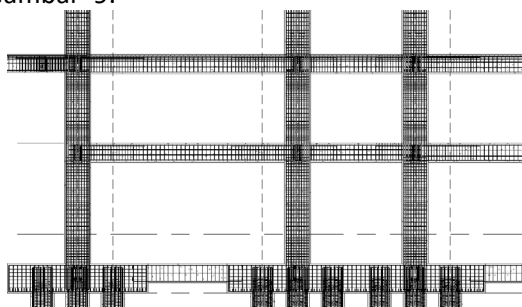
Gambar 6. Pembesian kolom K1
(Sumber : Data proyek)

Permodelan plat lantai memiliki ketebalan 15 cm dan plat atap memiliki ketebalan 10 cm dengan penulangan seperti Gambar 7.

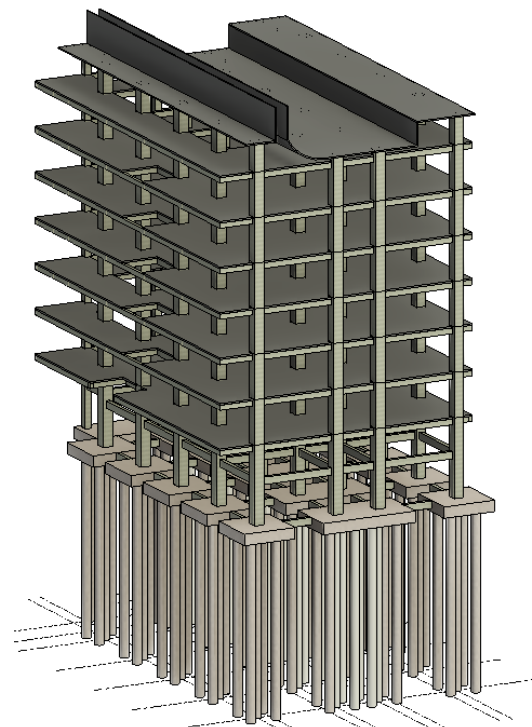


Gambar 7. Penulangan plat lantai
(Sumber : Data proyek)

Tahapan selanjutnya adalah melakukan permodelan struktur menggunakan software Autodesk Revit 2024 berdasarkan data 3D dan DED yang sudah didapat. Dimulai dengan membuat *family* dan permodelan pada project. Permodelan mencakup struktural beton serta pembesian. Hasil dari permodelan 3D pembesian terlihat seperti Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Penulangan struktur



Gambar 9. Permodelan struktur 3D

4.2. Detail Engineering Design

Dalam konteks penelitian ini, permodelan 3D yang telah dibuat di Revit berfungsi sebagai dasar utama dalam menyusun dokumen DED. Seluruh informasi geometris, dimensi, material, dan hubungan antar elemen bangunan yang telah termuat dalam model digital kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk gambar 2D yang bersifat teknis dan aplikatif di lapangan. Proses ini mencakup pembuatan tampak, potongan, dan anotasi dimensi yang akurat.

Selain sebagai dasar penyusunan gambar teknis, DED juga digunakan sebagai bahan referensi utama dalam perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) secara konvensional. Meskipun Autodesk Revit sendiri memiliki fitur otomatisasi dalam membuat QTO melalui *schedule* dan *material takeoff*, dalam penelitian ini QTO secara konvensional akan dijadikan pembanding untuk mencari efisiensi dari metode tersebut

4.3. Perhitungan QTO Metode Konvensional

Quantity Take-Off Metode konvensional dihitung menggunakan Microsoft Excel dengan pendekatan manual yang mengandalkan gambar kerja dan perhitungan aritmatika dasar. Dasar perhitungan tersebut mengacu pada

gambar DED yang telah diplotting pada permodelan sebelumnya. Dalam perhitungan QTO metode konvensional, akan diambil contoh perhitungan dari setiap struktur dan perhitungan lainnya akan dilanjutkan dengan bantuan Microsoft Excell. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan *quantity take off* metode konvensional yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Volume QTO Metode Konvensional

Pekerjaan	Metode Konvensional	
	Beton (m ³)	Pembesian (Kg)
Pondasi	1.367,73	121.687,37
Balok	416,94	122.943,83
Kolom	620,86	142.999,45
Plat	838,43	81.217,00

4.4. Perhitungan QTO Metode BIM

Perhitungan metode ini dilakukan secara otomatis oleh Autodesk Revit melalui fitur *Schedule/ Quantities*. Schedule Quantities di Autodesk Revit adalah fitur untuk membuat tabel kuantitatif yang menampilkan informasi elemen-elemen model secara otomatis, seperti jumlah, volume, panjang, luas, jenis material, dan parameter lainnya. Dengan *Schedule Quantities*, setiap perubahan pada model akan langsung diperbarui secara otomatis dalam tabel, sehingga menjaga konsistensi antara desain dan data kuantitas. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan *quantity take off* metode BIM yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi volume QTO metode BIM

Pekerjaan	Metode BIM (Revit)	
	Beton (m ³)	Pembesian (Kg)
Pondasi	1.367,71	117.662,24
Balok	410,83	86.694,47
Kolom	620,86	142.427,07
Plat	838,43	79.174,14

4.5. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) didasarkan pada perhitungan kuantitas setiap komponen pekerjaan dikalikan dengan harga satuan yang terdiri dari biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan. AHSP ini mengacu pada

pedoman dari Permen PU Bidang Cipta Karya dan Perumahan Tahun 2024 serta disesuaikan dengan harga lokal di lokasi proyek.

Perencanaan proyek ini menggunakan beton mutu $f'c = 31,2$ MPa atau (K350). Perhitungan harga satuan pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. AHSP Beton K350

1 m³ Beton mutu $f'c = 31,2$ MPa (K 350)

Uraian	Sat.	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
TENAGA				
Pekerja	OH	2,1	122.000	256.200
Tukang Batu	OH	0,4	149.000	52.150
Kepala Tukang	OH	0,0	140.000	4.900
Mandor	OH	0,1	165.000	17.325
JUMLAH TENAGA KERJA				330.575
BAHAN				
Portland cement	Kg	448	1.650	739.200
Pasir beton	Kg	667	234	156.269
Kerikil (maks. 30 mm)	Kg	1000	237	237.037
Air	Liter	215	35	7.525
JUMLAH HARGA BAHAN				1.140.031
Harga Satuan Pekerjaan (Tenaga + Bahan)				1.470.606

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai HSP (Harga Satuan Pekerjaan) beton mutu K-350 sebesar Rp 1.470.605 per m³.

Berdasarkan data perencanaan proyek, mutu baja yang digunakan adalah BJTS 420. Berikut perhitungan AHSP pembesian ulir yang dapat dilihat pada **tabel 4**.

Tabel 4. AHSP Pembesian

10 kg Pembesian

Uraian	Sat.	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pekerja				
Tukang Besi	OH	0,070	122.000	8.540
Kepala Tukang	OH	0,070	149.000	10.430
Mandor	OH	0,007	140.000	980
Pekerja	OH	0,004	165.000	660
JUMLAH TENAGA KERJA				20.610
BAHAN				
Besi beton	Kg	10,50	14.000	147.000
Kawat beton	Kg	0,150	25.000	3.750
JUMLAH HARGA BAHAN				150.750
Harga Satuan Pekerjaan (Tenaga + Bahan)				171.360
Harga per kg				17.136

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai HSP (Harga Satuan Pekerjaan) pembesian BJTS 420 sebesar Rp 17.136 per Kg.

4.6. Cost Estimation

Cost estimation atau estimasi biaya konstruksi merupakan tahap krusial dalam perencanaan proyek yang bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan dana berdasarkan volume material dan harga satuan pekerjaan.

Dalam penelitian ini, proses cost estimation dimulai dengan mengumpulkan data kuantitas pekerjaan (volume material) melalui quantity take off dari dua metode yang telah dibahas di bab sebelumnya. Selanjutnya, kuantitas tersebut dikalikan dengan harga satuan pekerjaan dari analisa AHSP yang telah disesuaikan berdasarkan harga pasar terkini atau standar harga lokal. Biaya ini kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan estimasi total biaya proyek. Rekapitulasi cost estimation pekerjaan beton dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi cost estimation pekerjaan beton

Pekerjaan	Total Biaya (Rp)	
	Konvensional	Revit
Pondasi	2.011.387.787	2.011.367.879
Balok	613.151.894	604.170.373
Kolom	913.044.904	913.044.610
Plat	1.233.001.410	1.233.001.410
Sub total	4.770.585.994	4.761.584.271

Untuk rekapitulasi cost estimation pekerjaan pembesian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi cost estimation pekerjaan pembesian

Pekerjaan	Total Biaya (Rp)	
	Konvensional	Revit
Pondasi	2.085.234.814	2.016.260.093
Balok	2.106.765.470	1.485.596.352
Kolom	2.450.438.623	2.440.630.340
Plat	1.391.734.512	1.356.727.977
Sub total	8.034.173.420	7.299.214.762

4.7. Komparasi dan Efisiensi Cost Estimation

Dalam penelitian ini, perhitungan Quantity Take-Off (QTO) yang telah dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Revit versi 2024 kemudian dibandingkan dengan metode konvensional dari segi estimasi biaya. Selisih biaya tersebut akan dipersentasekan untuk mencari efisiensi harga dari pekerjaan beton dan pembesian tersebut.

Berikut ini adalah perbandingan biaya selisih biaya pekerjaan beton metode konvensional dan metode BIM serta efisiensi biayanya yang dapat dilihat secara lebih rinci pada Tabel 7.

Tabel 7. Efisiensi biaya pekerjaan beton

Pekerjaan	Selisih (Rp)	Efisiensi (%)
Pondasi	19.907	0,00
Balok	8.981.521	1,46
Kolom	294	0,00
Plat	0	0,00
Sub Total	9.001.723	0,19

Untuk perbandingan biaya selisih biaya pekerjaan pembesian metode konvensional dan metode BIM dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Efisiensi biaya pekerjaan pembesian

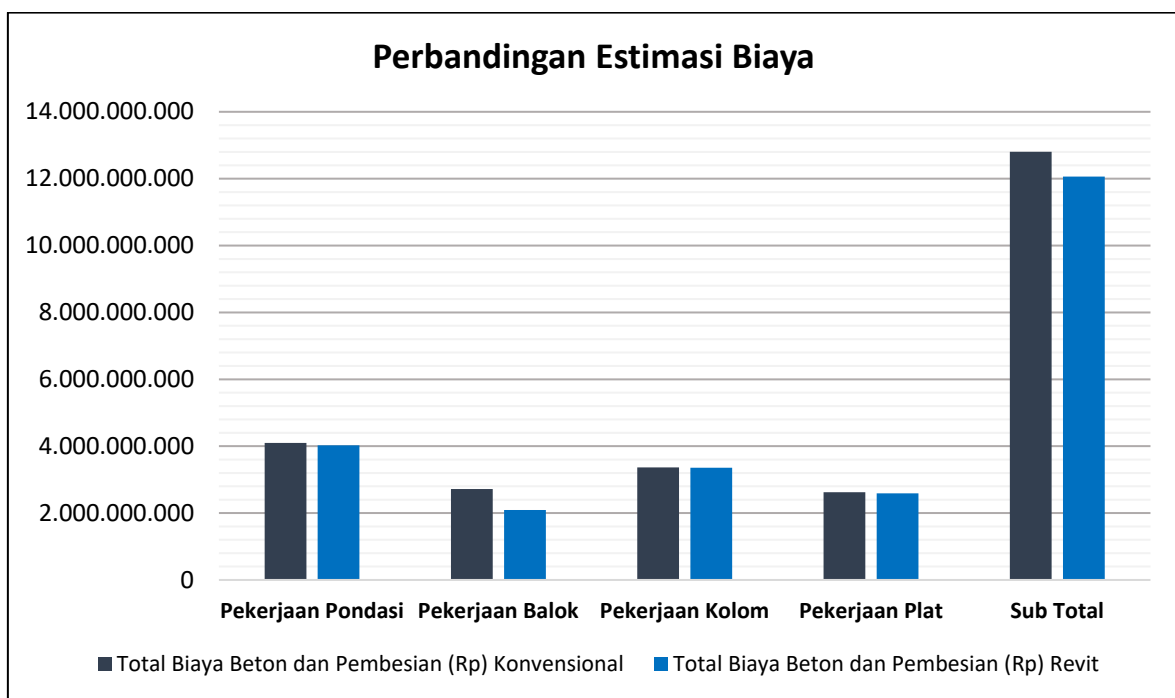
Pekerjaan	Selisih (Rp)	Efisiensi (%)
Pondasi	68.974.721	3,31
Balok	621.169.118	29,48
Kolom	9.808.283	0,40
Plat	35.006.534	2,52
Sub Total	734.958.657	9,15

4.7.1. Hasil

Tabel 9 dan grafik pada gambar 10 menyajikan rekapitulasi efisiensi biaya yang diperoleh dari perbandingan antara metode konvensional dan metode Revit (BIM) pada pekerjaan beton dan pembesian. Tabel ini menguraikan total biaya yang dikeluarkan dan juga menunjukkan selisih biaya (dalam rupiah) serta persentase efisiensi yang dicapai melalui penggunaan teknologi BIM dalam proses estimasi.

Tabel 9. Efisiensi rekapitulasi biaya

Uraian	Total Biaya Beton dan Pembesian (Rp)		Selisih (Rp)	Efisiensi (%)
	Konvensional	Revit		
Pekerjaan Pondasi	4.096.622.600	4.027.627.972	68.994.628	1,68
Pekerjaan Balok	2.719.917.365	2.089.766.724	630.150.640	23,17
Pekerjaan Kolom	3.363.483.527	3.353.674.949	9.808.577	0,29
Pekerjaan Plat	2.624.735.922	2.589.729.387	35.006.534	1,33
Sub Total	12.804.759.415	12.060.799.034	743.960.380	5,81

**Gambar 10.** Grafik efisiensi biaya

Dari Tabel 9 dan Gambar 10 tersebut terlihat bahwa penggunaan metode BIM memberikan penghematan biaya yang berbeda signifikan antara jenis pekerjaan.

Pada pekerjaan pondasi, total biaya menurun dari Rp 4.096.622.600 menjadi Rp 4.027.627.972 menghasilkan efisiensi sebesar 1,68%. Walaupun kecil, penurunan biaya ini menandakan perbaikan dalam optimalisasi material dan perencanaan. Pekerjaan balok menunjukkan efisiensi terbesar dengan penurunan biaya dari Rp 2.719.917.365 menjadi Rp 2.089.766.724 sehingga menghasilkan efisiensi sebesar 23,17%. Hal ini sangat signifikan dan menandakan bahwa BIM memberikan kontribusi besar dalam

meminimalkan pemborosan biaya pada pekerjaan yang kompleks ini. Pada pekerjaan kolom, efisiensi yang terjadi relatif minimal yaitu 0,29%, mencerminkan bahwa perbedaan dalam perencanaan atau penggunaan material tidak terlalu mencolok antara kedua metode. Pekerjaan plat menunjukkan efisiensi sebesar 1,33%, yang juga menandakan adanya perbaikan efisiensi meskipun tidak sebesar pekerjaan balok.

Perbedaan selisih biaya yang tinggi antara metode konvensional dan metode BIM khususnya pada pekerjaan balok dikarenakan balok memiliki karakteristik yang lebih kompleks dibandingkan dengan elemen struktural lain seperti pondasi, kolom, atau plat.

Kompleksitas ini terutama disebabkan oleh kebutuhan pembesian yang lebih rumit, meliputi berbagai jenis potongan tulangan, panjang kait (*hook length*), serta tumpang tindih (*overlap*) tulangan yang harus dihitung dengan cermat. Karena kompleksitas tersebut, estimasi biaya pekerjaan balok menggunakan metode konvensional cenderung mengalami deviasi signifikan dibandingkan dengan metode berbasis BIM (Revit).

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, pada penelitian ini dapat menunjukkan :

1. Hasil *Quantity Take-Off* (QTO) pekerjaan struktural yaitu pekerjaan beton dan pembesian metode konvensional dan metode BIM (Revit) pada perencanaan gedung kuliah Kyai Haji Tholhah Hasan Unisma dapat lihat pada Tabel 10 dibawah.

Tabel 10. Rekapitulasi volume pekerjaan hasil QTO

Uraian	Volume Pembesian (kg)		Volume Beton (m3)	
	Konvensional	Revit	Konvensional	Revit
Pekerjaan Pondasi	121.687,37	117.662,24	1.367,73	1.367,71
Pekerjaan Balok	122.943,83	86.694,47	416,94	410,83
Pekerjaan Kolom	142.999,45	142.427,07	620,86	620,86
Pekerjaan Plat	81.217,00	79.174,14	838,43	838,43

2. Hasil perhitungan *cost estimation* pekerjaan struktural yaitu pekerjaan beton dan pembesian metode konvensional dan metode BIM pada perencanaan gedung kuliah Kyai Haji Tholhah Hasan Unisma dapat lihat pada Tabel 11 dibawah.

Tabel 11. Rekapitulasi hasil *cost estimation*

Uraian	Pekerjaan Pembesian (kg)		Pekerjaan Beton (m3)	
	Konvensional	Revit	Konvensional	Revit
Pekerjaan Pondasi	2.085.234.814	2.016.260.093	2.085.234.814	2.016.260.093
Pekerjaan Balok	2.106.765.471	1.485.596.352	2.106.765.471	1.485.596.352
Pekerjaan Kolom	2.450.438.623	2.440.630.340	2.450.438.623	2.440.630.340
Pekerjaan Plat	1.391.734.512	1.356.727.977	1.391.734.512	1.356.727.977

3. Nilai efisiensi *cost estimation* metode *Building Information Modeling* (BIM) pekerjaan struktural yaitu pekerjaan beton dan pembesian pada perencanaan gedung kuliah Kyai Haji Tholhah Hasan Unisma dapat lihat pada Tabel 12 dibawah.

Tabel 12. Rekapitulasi nilai efisiensi metode BIM

Uraian	Total Biaya Beton dan Pembesian (Rp)		Selisih (Rp)	Efisiensi (%)
	Konvensional	Revit		
Pekerjaan Pondasi	4.096.622.601	4.027.627.972	68.994.628	1,68
Pekerjaan Balok	2.719.917.365	2.089.766.725	630.150.640	23,17
Pekerjaan Kolom	3.363.483.527	3.353.674.950	9.808.577	0,29
Pekerjaan Plat	2.624.735.922	2.589.729.387	35.006.535	1,33
Sub Total	12.804.759.415	12.060.799.035	743.960.381	5,81

Berdasarkan tabel Tabel 12 diatas didapatkan nilai efisiensi *cost estimation* dari metode *Building Information Modelling* (BIM) sebesar 5,81 % atau Rp 743.960.380 (Tujuh Ratus Empat Puluh Tiga Juta Sembilan Ratus Enam Puluh Ribu Tiga Ratus Delapan Puluh Rupiah).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam perhitungan *Quantity Take-Off* (QTO) memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam meningkatkan efisiensi estimasi biaya proyek. Dengan penggunaan BIM, akurasi perhitungan volume dan kuantitas material dapat ditingkatkan secara signifikan, sehingga meminimalkan risiko kesalahan dan pemborosan biaya, sekaligus mempercepat proses estimasi secara keseluruhan.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut saran untuk penelitian yang lebih lanjut terkait dengan penerapan *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis BIM :

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisa lebih lanjut terkait dengan penyebab adanya deviasi pada hasil *Quantity Take-Off* (QTO) metode BIM dan metode konvensional.
2. Permodelan metode BIM pada *software*, disarankan melakukan cek ulang pada kekuatan struktur apabila terjadi deviasi yang terlalu tinggi. Deviasi yang tinggi bisa saja disebabkan karena adanya kesalahan pada saat permodelan.
3. Implementasi *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis BIM disarankan menambahkan pekerjaan Arsitektur dan MEP serta menggunakan *software* tambahan yang berkonsentrasi di *Quantity Take-Off* (QTO)

- berbasis BIM untuk mendapatkan keakuratan perhitungan serta nilai efisiensi yang lebih tinggi.
4. Mengadopsi kecerdasan buatan (AI) untuk membantu proses *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis BIM sehingga mampu mendorong transformasi digital dalam manajemen konstruksi, menghasilkan estimasi biaya yang lebih cepat, tepat, dan andal dengan dukungan teknologi canggih.
- ### DAFTAR PUSTAKA
- [1] C. Zukhrina Oktaviani, 'KAJIAN KOMPLEKSITAS PROYEK KONSTRUKSI : TINJAUAN KEGIATAN PENGADAAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI INDONESIA', *Teknik Sipil*, vol. 1, pp. 35–45, Jan. 2018.
 - [2] A. Indraprastha and F. Alfi Agirachman, *Pengantar BIM dalam Arsitektur : Buku Ajar untuk Mata Kuliah AR-4112*. ITB Press, 2022.
 - [3] A. Setiawan, A. Rokhmawati, and I. S. Ingsih, 'PERMUKIMAN MENGGUNAKAN METODE SKORING (STUDI KASUS: KECAMATAN MONCONGLOE KABUPATEN MAROS)', *Rekayasa.Sipil* /, vol. 14, no. 2, pp. 416–425, 2024.
 - [4] M. R. N. Fadlilah, F. S. Handayani, and M. Rifai, 'Analysis of Quantity Take Off Deviation Using BIM Method (Case Study of Construction of a Satpol PP Building)', *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, vol. 1, no. 3, p. 12, Jul. 2024, doi: 10.47134/scbmej.v1i3.2828.
 - [5] F. M. Tigauw, F. Aprilianto, and H. T. Santoso, 'Analisa Perhitungan Quantity Material Take-Off (QMTTO) Struktur Bawah Jembatan Tipe Skew dengan Menggunakan BIM Autodesk Revit', *Jurnal Inovasi Konstruksi*, vol. 2, no. 2, pp. 58–65, Dec. 2023, doi: 10.56911/jik.v2i2.44.
 - [6] A. Maghfirona, T. Iq'bal Khairul Amar, A. A. Muhammad, and H. Failasufa, 'Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan Analisis Komparasi Quantity Take Off Pekerjaan Struktur Berdasarkan Metode Konvensional Dan Metode BIM Studi Kasus : Perencanaan Omah DW', vol. 5, no. 1, pp. 60–67, 2023, doi: 10.52005/teslink.v1i5i1.xxx.
 - [7] M. Valinejadshoubi, O. Moselhi, I. Iordanova, F. Valdivieso, A. Shakibabarough, and A. Bagchi, 'The Development of an Automated System for a Quality Evaluation of Engineering BIM Models: A Case Study', *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 14, no. 8, Apr. 2024, doi: 10.3390/app14083244.
 - [8] Andiyana, 'PENERAPAN BIM UNTUK SISTEM PENJADWALAN PROYEK DENGAN MODEL 4D DAN ESTIMASI BIAYA MODEL 5D', 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.15625.72800.
 - [9] L. Muzaki, 'Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan Cara Menghitungnya'. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://www.pengadaanbarang.co.id/>
 - [10] B. Ibrahim, *RENCANA DAN ESTIMATE REAL OF COST*. Jakarta: PT. Bumi Aksara, 1993.
 - [11] M. I. Ansar, 'Apa itu Autodesk Revit_ Fungsi, Fitur dan Kelebihannya - DSG Indonesia'. Accessed: Feb. 06, 2025. [Online]. Available: file:///C:/Users/Marsubi/Downloads/Apa%20itu%20Autodesk%20Revit_%20Fungsi,%20Ofitur%20dan%20Kelebihannya%20-%20DSG%20Indonesia.html#elementor-toc__heading-anchor-1