

IMPLEMENTASI BIM DALAM ANALISIS QUANTITY TAKE OFF DAN SCHEDULING SIMULATION DAN PEKERJAAN PLUMBING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG X

Dilla Aulia Syafitri¹, Risma Apdeni²

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

² Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: dillaauliasyafitriiii@gmail.com

Abstrak: Perkembangan teknologi konstruksi, khususnya Building Information Modeling (BIM), telah memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *Quantity Take-Off* (QTO) berbasis BIM menggunakan Autodesk Revit pada pekerjaan *plumbing* gedung, sehingga dapat menghasilkan perhitungan volume yang akurat dan efisien. Metode penelitian meliputi pengumpulan data proyek, pemodelan 3D *plumbing*, serta analisis hasil QTO yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BIM QTO mampu meminimalisasi kesalahan perhitungan volume material, mempercepat proses estimasi, dan meningkatkan akurasi data Rencana Anggaran Biaya (RAB). Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa BIM QTO layak diadopsi dalam proyek konstruksi sebagai metode estimasi yang lebih efektif dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci : *Building Information Modeling, Quantity Take Off, Plumbing*

Abstract : *The development of construction technology, particularly Building Information Modeling (BIM), has significantly contributed to improving the efficiency of project planning and execution. This study aims to implement a BIM-based Quantity Take-Off (QTO) method using Autodesk Revit for plumbing works in a building project, thereby producing accurate and efficient volume calculations. The research methodology includes project data collection, 3D plumbing modeling, and analysis of the generated QTO results. The findings indicate that the use of BIM QTO can minimize errors in material volume calculations, accelerate the estimation process, and enhance the accuracy of the Bill of Quantities (BoQ). The study concludes that BIM QTO is feasible to be adopted in construction projects as a more effective estimation method compared to conventional approaches.*

Keyword : *Building Information Modeling, Quantity Take-Off, Plumbing*

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara berkembang dengan populasi terbesar keempat di dunia pada 2020, menempatkan pembangunan infrastruktur sebagai prioritas utama untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat Saputra et al. (2022). Sektor konstruksi menghadapi tantangan kompleks di Era Revolusi Industri 4.0, khususnya kebutuhan pengembangan teknologi berkelanjutan dan koordinasi efektif antar pemangku kepentingan, seiring meningkatnya penggunaan otomatisasi di bidang arsitektur, teknik, dan konstruksi Fakhruddin et al. (2019)

Salah satu inovasi yang berkembang pesat di bidang konstruksi adalah Building Information

Modeling (BIM), yang mengintegrasikan data proyek ke dalam model informasi komprehensif, mencakup visualisasi 3D, estimasi biaya, penjadwalan, dan koordinasi antar disiplin. BIM memfasilitasi kolaborasi yang lebih akurat dan efisien dibanding metode konvensional (Azhar, 2011 dalam Zain et al. (2022). Menurut Aditya et al. (2024), BIM memungkinkan prediksi dan mitigasi risiko proyek, peningkatan keselamatan kerja, dan penerapan prinsip *green building* melalui analisis efisiensi energi.

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu inovasi paling menjanjikan dalam industri Architecture, Engineering, and Construction (AEC). Teknologi BIM

memungkinkan pembuatan model virtual bangunan secara digital dengan tingkat akurasi tinggi. Model ini mendukung proses desain pada setiap tahapannya, sehingga analisis dan pengendalian dapat dilakukan lebih efektif dibandingkan metode manual. Setelah selesai, model yang dihasilkan memuat geometri dan data yang akurat, yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung konstruksi, fabrikasi, hingga kegiatan pengadaan selama realisasi bangunan Huzaini (2021)

Penerapan BIM di Indonesia telah mulai difasilitasi oleh pemerintah melalui Kementerian PUPR, yang menetapkan rencana implementasi selama 20 tahun dengan tahap awal berupa adopsi dan penyusunan standar nasional BIM Pusdiklat SDA dan Konstruksi (2018). Standar ini diharapkan mendorong penerapan BIM sesuai Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) konstruksi nasional.

Quantity Take Off (QTO) adalah proses perhitungan volume pekerjaan konstruksi yang menjadi dasar estimasi biaya dan perencanaan material. QTO konvensional dilakukan manual berdasarkan gambar 2D, membutuhkan waktu dan ketelitian tinggi. Dengan BIM, QTO dapat dilakukan otomatis dan terintegrasi dari model 3D, menghasilkan perhitungan yang cepat, akurat, dan minim kesalahan (Ihsan & Wacano (2024).

Plumbing merupakan sistem terintegrasi yang mencakup penyediaan air bersih, penyaluran air buangan, dan pengaturan drainase. Sistem ini meliputi instalasi air kotor padat (*black water*), air kotor bekas (*grey water*), pembuangan air hujan, serta sistem ventilasi pembuangan gas (Farah et al. (2024); Wardani, 2018; Noerbambang & Takeo, 2000 dalam Mahendra (2021)). Perencanaan plumbing mengacu pada SNI 8153:2015 dan harus terintegrasi dengan desain bangunan secara keseluruhan.

Scheduling dalam konstruksi adalah perencanaan urutan dan waktu pelaksanaan kegiatan proyek agar sesuai target waktu dan biaya. Dengan BIM 4D, penjadwalan diintegrasikan ke model 3D sehingga dapat divisualisasikan secara virtual, memudahkan deteksi potensi keterlambatan dan konflik pekerjaan (Nugraha (2024)). Alat bantu seperti Autodesk Navisworks memungkinkan integrasi model dengan jadwal proyek untuk meningkatkan efisiensi koordinasi (Akbar (2021)

Dalam penelitian ini, objek yang dikaji adalah Proyek Pembangunan Gedung X, yang pada pelaksanaannya masih menggunakan metode konvensional 2D, khususnya pada pekerjaan

plumbing. Gambar yang tersedia terbatas pada jalur perpipaan tanpa detail atau tampak, sehingga menyulitkan analisis volume dan estimasi biaya. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan BIM 3D untuk pemodelan sistem plumbing menggunakan Autodesk Revit, serta BIM 4D untuk simulasi penjadwalan menggunakan Autodesk Navisworks, dengan tujuan membandingkan akurasi, efisiensi, dan koordinasi antara metode konvensional dan BIM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif untuk membandingkan metode konvensional 2D dengan penerapan Building Information Modeling (BIM) 3D/4D pada pekerjaan plumbing Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Kota Padang. Data primer diperoleh dari dokumen proyek berupa Detail Engineering Design (DED) dan Bill of Quantity (BOQ), sedangkan data sekunder berasal dari literatur, jurnal, dan penelitian relevan sebelumnya.

Tahapan penelitian meliputi:

1. Pengumpulan data dokumen proyek dan gambar teknis.
2. Pemodelan 3D struktur atas, arsitektur, dan sistem plumbing menggunakan Autodesk Revit berdasarkan DED.
3. Analisis Quantity Take Off (QTO) pekerjaan plumbing menggunakan fitur *Schedule/Quantities* pada Revit.
4. Penyusunan Work Breakdown Structure (WBS) dan rencana alokasi tenaga kerja berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).
5. Estimasi durasi pekerjaan plumbing menggunakan indeks produktivitas tenaga kerja.
6. Pemodelan penjadwalan 4D dengan mengintegrasikan model 3D ke Autodesk Navisworks untuk simulasi urutan pelaksanaan.

Produk akhir penelitian berupa model 3D terintegrasi, hasil QTO, dan simulasi penjadwalan 4D pekerjaan plumbing, yang kemudian dibandingkan dengan metode konvensional untuk menilai akurasi, efisiensi, dan koordinasi pelaksanaan proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek penelitian adalah Proyek Pembangunan Gedung X di Kota Padang.. Bangunan berfungsi sebagai fasilitas umum dua lantai dengan struktur beton bertulang dan luas 750 m². Sistem plumbing meliputi instalasi air bersih, air kotor padat, dan air kotor bekas.

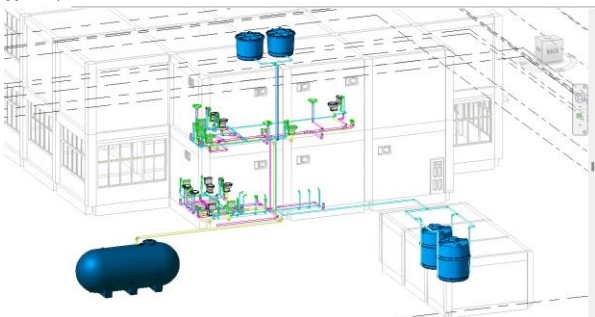


Gambar 1. Lokasi Proyek

Pemodelan dilakukan dalam tiga *template*:

1. *Structural Template*: kolom, balok, dan plat lantai.
2. *Architectural Template*: dinding, pintu, jendela.
3. *Plumbing Template*: instalasi air bersih (PVC 1 1/4", 3/4", 1/2"), air kotor padat (PVC 4"), dan air kotor bekas (PVC 3", 2").

Model dilengkapi *plumbing fixtures* seperti toilet duduk, wastafel, *floor drain*, *water tank*, dan *roof tank*.



Gambar 2. Tampilan 3D koordinasi antara structural, architectural, dan plumbing template

QTO dilakukan menggunakan fitur *Schedule/Quantities* pada Revit untuk seluruh elemen plumbing. Hasil perhitungan menunjukkan total panjang pipa berdasarkan jenis dan diameter, sehingga dapat digunakan untuk estimasi biaya secara akurat.

<Pipes>				
A	B	C	D	E
Mark	Family and Type	System Type	Diameter	Length
Pipe Types: Air Bersih_PVC 1 1/4				
	Pipe Types: Air Bersih_PVC 1 1/4	<varies>	<varies>	34
Pipe Types: Air Bersih_PVC 1"				
	Pipe Types: Air Bersih_PVC 1"	Sanitary	<varies>	37
Pipe Types: Air Bersih_PVC 3/4"				
	Pipe Types: Air Bersih_PVC 3/4"	<varies>	<varies>	20
Pipe Types: Air Kotor Bekas_PVC 2"				
	Pipe Types: Air Kotor Bekas_PVC 2"	<varies>	<varies>	40
Pipe Types: Air Kotor Bekas_PVC 3"				
	Pipe Types: Air Kotor Bekas_PVC 3"	<varies>	<varies>	47
Pipe Types: Air Kotor Padat_PVC 4"				
	Pipe Types: Air Kotor Padat_PVC 4"	<varies>	100.0 mm	45

Gambar 3. Hasil Quantity Take Off dari jenis pipa yang digunakann

WBS pekerjaan plumbing terdiri dari 9 item utama, mulai dari pemasangan pipa PVC berbagai ukuran hingga pemasangan *fixtures*. Penyusunan WBS memudahkan pengelompokan aktivitas dan menjadi dasar penyusunan jadwal proyek.

Tabel 1. Work Breakdown Structure Pekerjaan Plumbing

No.	Uraian Pekerjaan
1	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 1/4"
2	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3/4"
3	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 "
4	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 2"
5	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3"
6	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 4"
7	Pemasangan 1 buah Klosed Duduk
8	Pemasangan 1 buah wastafel Komplit
9	Pemasangan 1 buah Floordrain

Durasi pekerjaan dihitung berdasarkan volume hasil QTO, koefisien tenaga kerja dari AHSP, dan alokasi tenaga kerja di lapangan. Hasil estimasi menunjukkan total durasi pekerjaan plumbing adalah 9 hari.

Tabel 1. Alokasi Tenaga Kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Alokasi Tenaga Kerja
1	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 1/4"	2
2	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3/4"	1

3	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 "	2
4	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 2"	3
5	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3"	3
6	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 4"	3
7	Pemasangan 1 buah Klosed Duduk	4
8	Pemasangan 1 buah wastafel Komplit	2
9	Pemasangan 1 buah Floordrain	4

Tabel 3. Rekap Koefisien Tukang

No.	Uraian Pekerjaan	Koefisien Tukang	Satuan
1	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 1/4"	0.080	OH
2	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3/4"	0.004	OH
3	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1"	0.052	OH
4	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 2"	0.104	OH
5	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3"	0.157	OH
6	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 4"	0.205	OH
7	Pemasangan 1 buah Klosed Duduk	0.500	OH
8	Pemasangan 1 buah wastafel Komplit	0.500	OH
9	Pemasangan 1 buah Floordrain	0.100	OH

Data dari pemodelan 3D menggunakan Autodesk Revit dimanfaatkan untuk mengestimasi durasi pekerjaan plumbing, yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T = \frac{k \times V}{N}$$

Keterangan:

T = Durasi pekerjaan

k = koefisien tenaga kerja berdasarkan AHSP

N = Total tenaga kerja

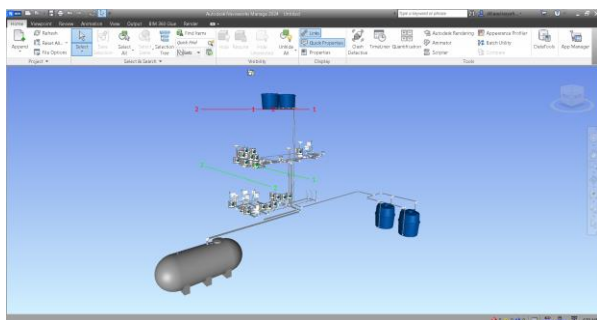
V = Volume pekerjaan

Tabel 4. Rekap estimasi durasi setiap pekerjaan plumbing

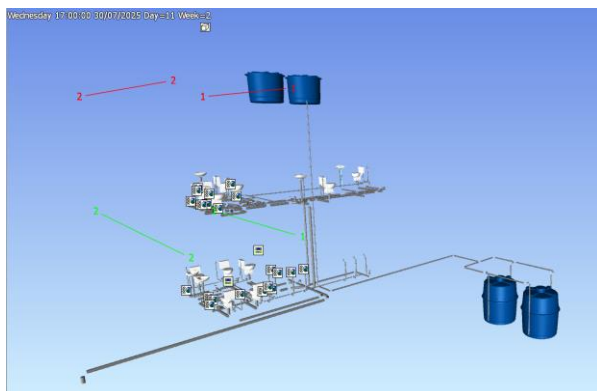
N o.	Uraian Pekerjaan	Volume	Alokasi Tenaga Kerja	Koef. Tukang	Ha ri
1	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1 1/4"	34 m	2	0.080	1
2	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3/4"	20 m	1	0.004	1
3	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 1"	37 m	2	0.052	1
4	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 2"	40 m	3	0.104	2
5	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 3"	47 m	3	0.157	3
6	Pemasangan 1 M1 pipa PVC tipe AW diameter 4"	45 m	3	0.205	4
7	Pemasangan 1 buah Klosed Duduk	12 unit	4	0.500	2

8	Pemasangan 1 buah wastafel Komplit	6 unit	2	0.500	2
9	Pemasangan 1 buah Floordrain	14 unit	4	0.100	1

Model 3D dari Revit diimpor ke Navisworks untuk integrasi dengan jadwal proyek. Simulasi 4D memvisualisasikan urutan pekerjaan plumbing sebelum pelaksanaan di lapangan.



Gambar 4. Tampilan pemodelan 3D pada Autodesk Naviswork



Gambar 4. Scheduling Simulatin progress hari ke-11 menggunakan Autodesk Naviswork

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai implementasi BIM pada pekerjaan plumbing di Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Kota Padang, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan 3D dengan Autodesk Revit mampu menghasilkan visualisasi yang lebih detail terhadap sistem plumbing, mencakup instalasi air bersih, air kotor padat, dan air kotor bekas, sehingga memudahkan koordinasi antar-disiplin.
2. Analisis *quantity take off* (QTO) menggunakan Revit memberikan hasil yang

lebih akurat dibanding metode konvensional. Perbedaan volume material berkisar antara 3–8%, menunjukkan bahwa BIM mampu mengurangi potensi kesalahan estimasi kuantitas pada pekerjaan plumbing.

3. Integrasi model 3D dengan Autodesk Navisworks menghasilkan simulasi penjadwalan 4D yang divisualisasikan melalui *Gantt Chart* dan animasi progres pekerjaan. Hal ini mempermudah identifikasi urutan aktivitas, estimasi durasi, serta potensi keterlambatan.
4. Secara keseluruhan, penerapan BIM terbukti meningkatkan akurasi, efisiensi, dan efektivitas perencanaan pekerjaan plumbing dibanding metode konvensional, serta mendukung pengendalian proyek konstruksi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, W., Purwandito, M., & Fauzia, A. (2024). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Tekla Structures. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 5(2), 86–94. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i2.853>
- Akbar, F. A. (2021). *Implementasi Konsep 4D BIM dalam Rencana Penjadwalan Pekerjaan Elektrikal dan Plambing (Implementation of 4D BIM Concept in Electrical and Plumbing Job Scheduling Plan)*.
- Fakhruddin, Parung, H., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Djamaluddin, A. R., Harianto, T., Muhiddin, A. B., Arsyad, A., & Nur, S. H. (2019). *Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia*.
- Farah, S., Armelia Almutahar, O., Purnaini, R., & Kadaria, D. U. (2024). Perencanaan Sistem Plambing Air Hujan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 8 Kota Pontianak. In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 12, Issue 1).
- Huzaini, S. (2021). *PENERAPAN KONSEP BUILDING Information Modelling (BIM) 3D Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur*.
- Ihsan, S. A., & Wacano, S. (2024). *Analisis Perbandingan Perhitungan Quantity Take*

Off Menggunakan BIM Revit Dengan Metode Konvensional Pada Struktur Atas Proyek Pembangunan Gedung RSPON.

- Mahendra, M. F. (2021). *Peneraoan Konsep Building Information Modelling (BIM) dalam Bentuk Tiga Dimensi untuk Menunjang Estimasi Biaya Pekerjaan Plumbing (Application of Building Information Modelling (BIM) Concept in Three Dimensions to Support Cost Estimation Plumbing Installation).*
- Nugraha, A. A. (2024). *Implementasi Konsep Building Information Modeling (BIM) 4D dalam Tahap Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan (Implementation of The Concept of 4D Building Information Modeling (BIM) in Bridge Project Schedule Planning).*
- Pusdiklat SDA dan Konstruksi. (2018). *Modul 3 Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia.*
- Saputra, A., Riakara Husni, H., & Maruf Siregar, A. (2022). *Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada bangunan gedung menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus: Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung) (Vol. 10, Issue 1).*
- Zain, H. A., Mulyono, B., & Sudibyo, G. H. (2022). *Comparative Analysis Of The Effectiveness Of Conventional Methods And BIM On Concrete Structure Elements {Case Study Education Service Building of FISIP UNSOED}*. 13, 37–44. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>