

OPTIMALISASI PERENCANAAN PROYEK MELALUI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): STUDI KASUS PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT MUHAMMADIYAH BABAT

Brilliant Devangga Mahardi Putra^{1,*}, Deni Putra Arystanto², Sumardi³,

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

devangga0312@gmail.com¹, deniputra@polinema.ac.id², sumardi@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Sektor konstruksi di Indonesia masih dihadapkan pada permasalahan mendasar terkait ketidakakuratan dalam kuantifikasi volume pekerjaan, penyusunan estimasi biaya, serta sinkronisasi antar disiplin ilmu konstruksi. Proyek Pembangunan Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan, dengan tingkat kerumitan pekerjaan yang relatif tinggi, membutuhkan pendekatan perencanaan yang dapat mendongkrak presisi dan efektivitas manajemen proyek secara menyeluruh. Tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji implementasi Building Information Modeling (BIM) sebagai instrumen optimasi dalam proses perhitungan volume dan penyusunan anggaran pekerjaan konstruksi. Penelitian dirancang sebagai studi kasus berbasis kuantitatif melalui pengembangan model BIM untuk lingkup pekerjaan struktur, arsitektur, dan mekanikal plumbing. Proses pemodelan menggunakan perangkat Autodesk Revit 2026, sementara kalkulasi biaya dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan BIM. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa adopsi BIM menghasilkan selisih volume pada pekerjaan struktural, di mana beton mencatat deviasi -6,72%, pembersian -5,98%, dan bekisting -8,87%. Pada lingkup arsitektural, selisih volume mencakup pekerjaan dinding -4,94%, plafon -4,84%, lantai -4,85%, sedangkan pintu dan jendela tidak menunjukkan deviasi (0%). Adapun pada pekerjaan plumbing, deviasi volume tercatat pada pipa air bersih -2,84%, pipa air limbah -7,27%, pipa air hujan -6,99%, dan pipa hydrant -4,97%. Dari perspektif anggaran, penggunaan BIM berkontribusi pada efisiensi biaya sebesar Rp339.759.038,31 (sekitar 2,26%) untuk pekerjaan struktural dan Rp8.106.252,26 (sekitar 1,15%) untuk pekerjaan arsitektural. Total efisiensi biaya yang berhasil dicapai adalah Rp347.865.290,57 atau setara 2,21% dari anggaran keseluruhan. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa BIM mampu meningkatkan sistematisasi dan presisi kalkulasi volume sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap optimasi anggaran proyek.

Kata kunci : Building Information Modeling, optimalisasi proyek, estimasi biaya, penjadwalan konstruksi, rumah sakit

ABSTRACT

Indonesia's construction sector continues to encounter persistent difficulties in achieving accurate quantity measurement, precise cost forecasting, and effective inter-discipline coordination. The development of Muhammadiyah Babat Lamongan Hospital, characterized by its notably intricate construction scope, necessitates a planning approach capable of elevating project accuracy and operational efficiency. This research seeks to examine BIM adoption as an optimization tool for construction quantity take-off and budget estimation. The investigation was structured as a quantitative case study utilizing BIM digital modeling across structural, architectural, and plumbing disciplines. Autodesk Revit 2026 served as the primary modeling platform, while cost comparisons were drawn between pre-BIM and post-BIM implementation scenarios. Research outcomes reveal that BIM adoption produced volume discrepancies in structural works, recording -6.72% for concrete, -5.98% for reinforcing steel, and -8.87% for formwork elements. Within the architectural scope, volume variances were identified at -4.94% for wall systems, -4.84% for ceiling installations, -4.85% for flooring, while door and window quantities registered no deviation (0%). Plumbing systems exhibited volume differences of -2.84% for potable water lines, -7.27% for sewage networks, -6.99% for stormwater drainage, and -4.97% for fire suppression pipework. Financially, BIM deployment yielded cost reductions of IDR 339,759,038.31 (approximately 2.26%) in structural works and IDR 8,106,252.26 (approximately 1.15%) in architectural works. Cumulatively, the overall cost efficiency attained through BIM reached IDR 347,865,290.57, representing approximately 2.21% of the total project expenditure. These results confirm that BIM adoption substantially enhances systematic organization and measurement accuracy in quantity take-off workflows while actively supporting construction budget optimization.

Keywords : Building Information Modeling, project optimization, cost estimation, construction scheduling, hospital building

1. PENDAHULUAN

Sektor konstruksi di Indonesia memainkan peran strategis dalam mempercepat pembangunan infrastruktur nasional, namun hingga kini masih terbebani oleh sejumlah tantangan lama, mulai dari inakurasi kalkulasi biaya, keterlambatan pelaksanaan, hingga lemahnya efektivitas pemanfaatan sumber daya. Laporan yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengungkapkan bahwa mayoritas proyek konstruksi mengalami eskalasi biaya yang dipicu oleh modifikasi desain di tengah pelaksanaan, yang seharusnya dapat diidentifikasi lebih awal dalam fase perencanaan. Situasi ini semakin diperburuk dengan masih dominannya penggunaan pendekatan konvensional berbasis representasi dua dimensi (2D), di mana informasi desain, rencana waktu, dan anggaran tersimpan secara terpisah dalam dokumen yang berbeda-beda, menciptakan hambatan dalam integrasi data dan potensi kesalahan komunikasi antar pemangku kepentingan. *Building Information Modeling* (BIM) tampil sebagai jawaban terpadu yang menyatukan representasi tiga dimensi secara geometris dengan beragam informasi non-geometris dalam satu ekosistem digital yang terintegrasi. Berbeda dengan pendekatan *Computer Aided Design* (CAD) tradisional yang hanya memproduksi gambar vektor dengan elemen-elemen yang berdiri sendiri tanpa keterkaitan data, BIM menjadikan setiap komponen bangunan sebagai entitas cerdas yang dilengkapi atribut saling terkoneksi secara dua arah atau bi-directional (Eastman et al., 2011). Keunggulan ini memastikan bahwa setiap modifikasi pada satu komponen akan secara otomatis memperbarui seluruh informasi turunannya, termasuk kalkulasi volume, jadwal pelaksanaan, dan proyeksi biaya. Evolusi BIM pun telah melampaui representasi tiga dimensi (3D) hingga menjangkau dimensi keempat waktu (4D) dan dimensi kelima biaya (5D), membuka peluang simulasi konstruksi dan analisis hubungan waktu-biaya secara dinamis dan real-time.

Urgensi penggunaan BIM dalam pembangunan fasilitas layanan kesehatan jauh lebih tinggi mengingat kerumitan teknis dan fungsional yang melekat pada bangunan rumah sakit. Proyek Pembangunan Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan, yang memiliki nilai kontrak sebesar Rp56.065.967.000 dengan masa pelaksanaan dari Agustus 2024 hingga Juni 2026, menghadapi pergeseran jadwal selama 8 minggu hingga November 2025 yang disebabkan oleh gangguan cuaca dan tingginya tingkat kerumitan pekerjaan struktur. Minimnya informasi yang terintegrasi untuk menelusuri jalur kritis serta mendistribusikan sumber daya secara optimal menyulitkan kontraktor dalam mengambil keputusan yang tepat dan cepat. Di samping itu, terjadi pula revisi gambar kerja yang dipicu oleh *clash design*

sehingga menimbulkan bertambahnya waste material dan menekan efisiensi pelaksanaan pekerjaan. Kondisi tersebut mengungkap adanya kesenjangan yang signifikan antara kapabilitas teknologi digital yang tersedia dengan praktik manajemen proyek di lapangan yang masih berorientasi reaktif.

Sejumlah kajian ilmiah terdahulu telah membuktikan kemanfaatan BIM di berbagai jenis proyek konstruksi. Octavia et al. (2023) mengungkapkan bahwa BIM 4D terbukti menghasilkan jadwal pelaksanaan yang lebih teroptimasi dibandingkan dengan pendekatan konvensional, sekaligus mampu mendeteksi konflik desain jauh lebih awal. Dairan Sabil dan Erizal (2023) menemukan adanya selisih volume beton sebesar 20,85% antara hasil perhitungan BIM dengan *Bill of Quantity* konvensional pada proyek gedung perkantoran. Yoga Dwi Putra et al. (2024) mencatat adanya penghematan biaya hingga 12,71% melalui implementasi BIM 5D pada pekerjaan struktur. Meskipun demikian, publikasi ilmiah yang secara menyeluruh membahas penerapan BIM — mulai dari tahap kuantifikasi volume, proyeksi anggaran biaya, hingga simulasi jadwal — khususnya pada proyek rumah sakit berukuran menengah di Indonesia, masih sangat jarang. Konteks domestik yang memiliki karakteristik regulasi tersendiri, harga satuan regional yang bervariasi, dan dinamika pasar tenaga kerja yang unik menuntut adanya validasi empiris yang memadai guna memastikan ketepatan transfer temuan penelitian internasional ke dalam lingkungan proyek lokal.

2. METODE

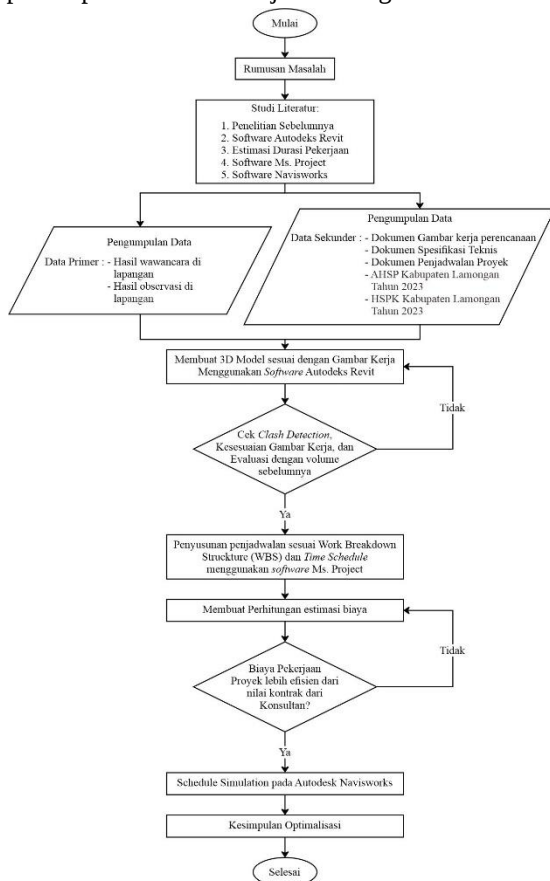
Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penelitian ini meliputi dua kategori utama. Data primer dihimpun melalui serangkaian wawancara mendalam, pengamatan langsung di lapangan, dan penelusuran literatur mengenai permasalahan yang dihadapi selama proses konstruksi. Adapun data sekunder mencakup dokumen Gambar Perencanaan untuk bidang struktural, arsitektural, dan MEP, dokumen Bill of Quantity (BoQ), Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PUPR Nomor 8 Tahun 2024 dan 2025, serta dokumen Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS).

Metode Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini diawali dengan kajian pustaka untuk mengumpulkan referensi yang relevan, mencakup buku teks, artikel jurnal, dan hasil riset sebelumnya. Selanjutnya dilakukan identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan pemodelan desain dan perencanaan jadwal menggunakan konsep BIM 4D dan 5D. Data lapangan yang telah dikumpulkan melalui wawancara dan observasi kemudian ditransformasikan menjadi model

3D untuk pekerjaan struktur dan arsitektur menggunakan platform Autodesk Revit, disertai konfigurasi parameter proyek yang mendukung kelancaran proses Quantity Take Off (QTO). Tahap berikutnya adalah pelaksanaan analisis QTO melalui Autodesk Revit guna menghasilkan data volume pekerjaan beserta kalkulasi harga satuan masing-masing item pekerjaan. Pada fase akhir, konsep BIM 4D diimplementasikan dengan cara mengintegrasikan model 3D yang telah dibuat ke dalam jadwal pelaksanaan menggunakan Microsoft Project, lalu divisualisasikan secara interaktif melalui Autodesk Navisworks. Output yang dihasilkan mencakup volume pekerjaan terukur, estimasi biaya terperinci, dan visualisasi penjadwalan berbasis BIM 4D yang dapat berfungsi sebagai referensi perencanaan maupun instrumen evaluasi metode pelaksanaan konstruksi. Diagram alur proses penelitian ini disajikan sebagai berikut:



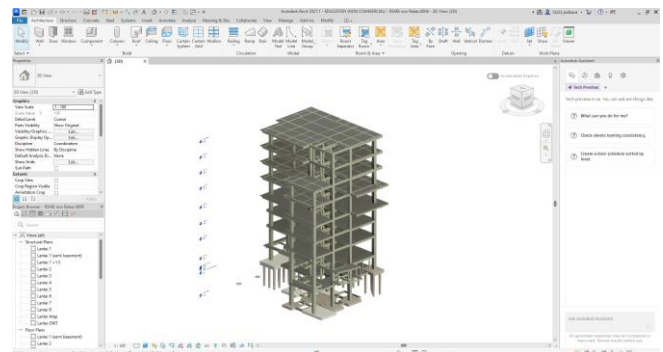
Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

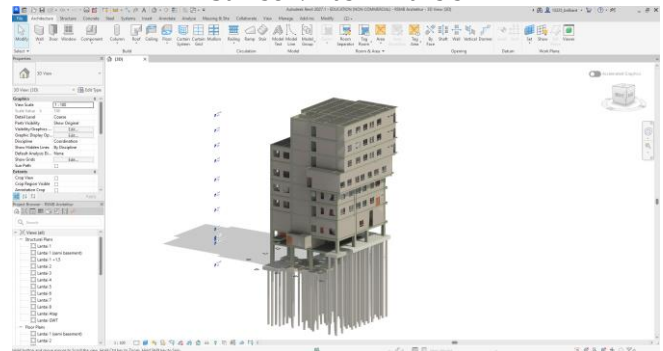
3.1. Pemodelan 3D dan Ekstraksi Kuantitas

Berikut disajikan luaran pemodelan tiga dimensi bangunan Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan yang mencakup aspek struktural dan arsitektural. Seluruh proses pemodelan dikerjakan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit, meliputi pemodelan struktural, arsitektur,

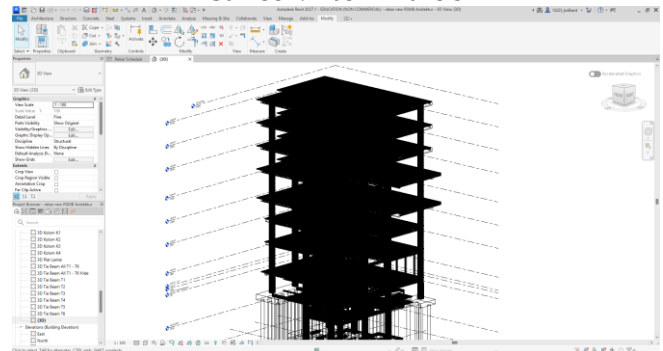
serta sistem MEP. Model 3D yang dihasilkan merepresentasikan elemen-elemen bangunan utama secara presisi dan komprehensif, seperti kolom, balok, dan pelat lantai.



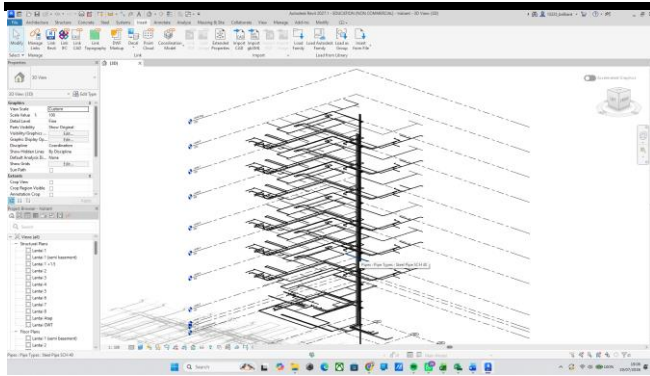
Gambar 2. Pemodelan 3D Struktural Rumah Sakit Muhammadiyah Babat menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis



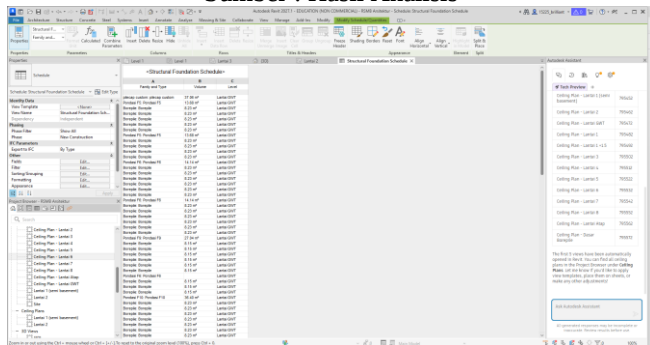
Gambar 3. Pemodelan 3D Arsitektural Rumah Sakit Muhammadiyah Babat menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis



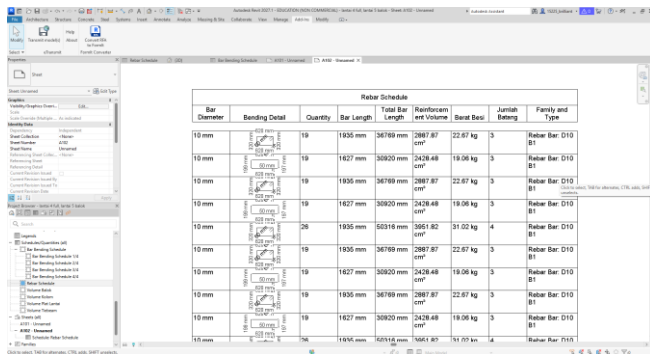
Gambar 4. Pemodelan 3D Rebar Struktural Rumah Sakit Muhammadiyah Babat menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis



Gambar 5. Pemodelan 3D Plumbing Rumah Sakit Muhammadiyah Babat menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis



Gambar 6. Tampilan Hasil Structural Foundation Schedule menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis



Gambar 7. Tampilan Hasil Rebar Schedule Balok menggunakan Autodesk Revit
Sumber : Hasil Analisis

3.2. Bill of Quantity (BoQ)

Penyusunan Bill of Quantity (BoQ) bertujuan untuk menghasilkan gambaran kuantitatif yang akurat mengenai kebutuhan material dan besaran volume pekerjaan, baik pada lingkup struktural maupun arsitektural. Dokumen BoQ ini selanjutnya menjadi acuan fundamental dalam menilai efektivitas penganggaran biaya dan kesesuaian jadwal pelaksanaan proyek, sehingga mendukung tercapainya target optimasi yang telah ditetapkan. Hasil kalkulasi BoQ diuraikan dalam tabel-tabel berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Analisis Volume Pekerjaan Struktural Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan

Item Pekerjaan	Volume Tanpa Implementasi BIM	Volume Dengan Implementasi BIM
Pekerjaan Bekisting	9324.06 m ²	8697.6 m ²
Pekerjaan Beton	3073.71 m ³	2857.92 m ³
Pekerjaan Pembesian	489211.01 Kg	446543.31 Kg

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 2. Perbandingan Hasil Analisis Volume Pekerjaan Arsitektural Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan

Item Pekerjaan	Volume Tanpa Implementasi BIM	Volume Dengan Implementasi BIM
Pekerjaan Dinding	7240.59 m ²	6910.79 m ²
Pekerjaan Plafon	2635.42 m ²	2507.28 m ²
Pekerjaan Lantai	2681.04 m ²	2551.57 m ²
Pekerjaan Pintu	343 buah	343 buah
Jendela		
Plesteran Dinding	12,093.93 m ²	11,706.92 m ²
Cat Dinding	12,291.30 m ²	11,713.61 m ²

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 3. Perbandingan Hasil Analisis Volume Pekerjaan Plumbing Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan

Item Pekerjaan	Volume Tanpa Implementasi BIM	Volume Dengan Implementasi BIM
Pipa air bersih	1590 m	1544.8 m
Pipa air limbah	1759 m	1631.07 m
Pipa air hujan	280 m	260.43 m
Pipa Hydrant	937 m	890.43 m

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, diperoleh rekapitulasi selisih volume untuk masing-masing lingkup pekerjaan. Pada pekerjaan struktural, tercatat deviasi volume beton sebesar -6,72%, pekerjaan pembesian sebesar -5,98%, serta pekerjaan bekisting sebesar -8,87% terhadap data referensi existing. Sementara itu, pada lingkup pekerjaan arsitektural, selisih volume yang teridentifikasi adalah: pekerjaan dinding -4,94%, pekerjaan plafon -4,84%, pekerjaan lantai -4,85% terhadap data referensi existing, sedangkan pekerjaan pintu dan jendela menunjukkan deviasi 0% karena kuantitasnya dihitung per satuan unit. Untuk pekerjaan plumbing, analisis menghasilkan deviasi pipa air bersih sebesar -2,84%, pipa air limbah -7,27%, pipa air hujan

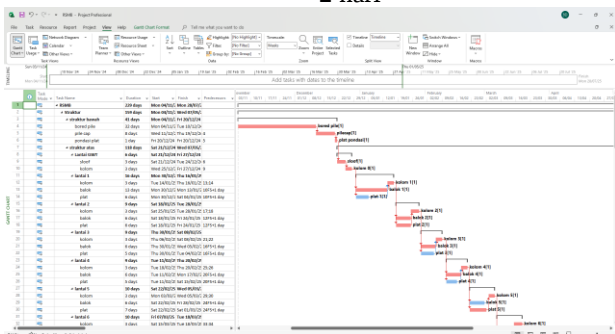
-6,99%, dan pipa hydrant -4,97% dibandingkan data referensi existing.

3.3. Analisis Data Penjadwalan

Tahap analisis penjadwalan dalam penelitian ini bertujuan menghasilkan jadwal pelaksanaan yang lebih terukur dan sinergis dengan data volume pekerjaan dari model BIM yang telah dikembangkan. Durasi setiap item pekerjaan dihitung dengan memanfaatkan data kuantitas yang bersumber dari model Autodesk Revit dan Cubicost, yang selanjutnya dikombinasikan dengan nilai koefisien dari Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan data produktivitas tenaga kerja aktual di lapangan. Keluaran perhitungan ini kemudian diintegrasikan ke dalam Microsoft Project untuk mengkonstruksi jadwal kerja baru, yang kemudian divisualisasikan secara 4D menggunakan Autodesk Navisworks, sehingga logika urutan pekerjaan, ketergantungan antar aktivitas, serta proyeksi total durasi proyek dapat dikaji dan diverifikasi secara menyeluruh.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas pekerja pembesian} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Jumlah Pekerja}} \\ &= \frac{140.119}{4} \\ &= 0.21648 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi pekerjaan pembesian} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Jumlah Pekerja} \times \text{Produktivitas}} \\ &= \frac{6715.28}{3750} \\ &= 2 \text{ hari} \end{aligned}$$



Gambar 8. Analisis Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil pemodelan jadwal yang dikembangkan melalui Microsoft Project dan Autodesk Navisworks, diperoleh total durasi keseluruhan pekerjaan yang mencakup lingkup struktural, arsitektural, hingga *Plumbing* yakni selama 229 hari kalender.

3.4. Analisis Data Estimasi Biaya

Kalkulasi estimasi biaya dilaksanakan berdasarkan BoQ yang telah dihasilkan dari proses pemodelan, kemudian diproses melalui perangkat analisis biaya untuk memperoleh nilai total pekerjaan struktural dan arsitektural. Tabel di bawah ini menyajikan perbandingan total anggaran biaya antara skenario tanpa penerapan BIM dan skenario dengan penerapan BIM pada proyek Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan.

Jenis Pekerjaan	Total Biaya Pekerjaan Tanpa Implementasi BIM	Total Biaya Pekerjaan Dengan Implementasi BIM
Pekerjaan Struktural	Rp.15,064,578,483.86	Rp.14,724,819,445.55
Pekerjaan Arsitektural	Rp.4,321,660,352.47	Rp.4,267,934,917.35
Pekerjaan MEP	Rp. 705,912,289.70	Rp. 697,806,037.44

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, terbukti bahwa implementasi BIM mampu menghasilkan efisiensi pengeluaran proyek sebesar **Rp339.759.038,31** atau sekitar **2,26%** pada pekerjaan struktural, dan sebesar **Rp8.106.252,26** atau sekitar **1,15%** pada pekerjaan arsitektural. Dengan demikian, total penghematan biaya yang diperoleh melalui penerapan BIM adalah sebesar **Rp347.865.290,57** atau sekitar **2,21%** dari akumulasi biaya pekerjaan pada kondisi tanpa implementasi BIM, sehingga secara agregat memberikan dampak positif terhadap efisiensi anggaran proyek.

4. KESIMPULAN

Mengacu pada keseluruhan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi BIM terbukti menghasilkan perbedaan nilai volume pekerjaan dibandingkan dengan kondisi yang menggunakan metode konvensional tanpa BIM. Pada lingkup struktur, selisih volume beton tercatat -6,72%, pembesian -5,98%, dan bekisting -8,87% terhadap data acuan existing. Pada lingkup arsitektur, selisih yang diperoleh adalah: dinding -4,94%, plafon -4,84%, dan lantai -4,85%, sementara pekerjaan pintu dan jendela tidak menunjukkan deviasi (0%) karena dihitung berdasarkan satuan unit.
2. Pada pekerjaan mekanikal plumbing, penerapan BIM turut menampilkan selisih volume terhadap data referensi, yaitu pipa air bersih -2,84%, pipa air limbah -7,27%, pipa air hujan -6,99%, dan pipa hydrant -4,97%. Temuan ini mempertegas bahwa pemodelan BIM berkontribusi dalam menghasilkan kalkulasi volume yang lebih presisi, sistematis, dan saling terintegrasi antar disiplin.
3. Dari sisi ekonomi proyek, penggunaan BIM memberikan dampak penghematan yang nyata. Berdasarkan hasil kalkulasi, pekerjaan struktur memperoleh efisiensi biaya sebesar Rp339.759.038,31 atau setara 2,26% dari anggaran awalnya, sementara pekerjaan arsitektur mencatat

penghematan Rp8.106.252,26 atau sekitar 1,15%. Secara kumulatif, total efisiensi biaya yang dapat diraih melalui penerapan BIM mencapai Rp347.865.290,57, atau sekitar 2,21% dari total nilai pekerjaan tanpa implementasi BIM.

4. BIM terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses kuantifikasi volume serta penyusunan estimasi biaya pekerjaan. Perbandingan antara hasil perhitungan manual konvensional dengan hasil BIM menunjukkan bahwa teknologi ini memfasilitasi proses quantity take-off secara lebih terstruktur, komprehensif, dan terintegrasi, sekaligus meminimalkan risiko kesalahan yang sering terjadi dalam proses kalkulasi manual.
5. Secara menyeluruh, adopsi BIM dalam proyek Pembangunan Rumah Sakit Muhammadiyah Babat Lamongan memberikan nilai tambah yang signifikan dalam pengendalian volume dan pengelolaan biaya pekerjaan. Teknologi BIM memungkinkan dihasilkannya perhitungan volume yang lebih terpadu dan konsisten pada pekerjaan di lingkup struktural, arsitektural, dan plumbing, serta menghasilkan efisiensi anggaran secara keseluruhan sebesar Rp347.865.290,57 atau sekitar 2,21%, sehingga memperkuat peran BIM sebagai pendukung optimasi biaya pada proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Dairan Sabil, M. & Erizal. (2023). Penerapan Building Information Modeling (BIM) 5D pada Proyek Gedung Simpang Temu Dukuh Atas Jakarta Pusat. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 45-58.
- 2) Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- 3) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024). *Pedoman Penerapan Building Information Modeling (BIM) untuk Proyek Infrastruktur*. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
- 4) Octavia, D., et al. (2023). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Building Information Modeling. *Jurnal Konstruksi*, 15(1), 78-92.
- 5) Yoga Dwi Putra, et al. (2024). Analisis BIM 5D pada Pekerjaan Struktur Graha Sucofindo Balikpapan. *Jurnal Manajemen Konstruksi*, 8(1), 55-68.