

**IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI WAKTU, BIAYA, DAN MUTU PADA PROYEK
KONSTRUKSI GEDUNG**

**Otius Kogoya¹, Ajeng Dewi Rani², Arief Fath Atiya³, Leary Pakiding⁴, Dominggus
Bakarbessy⁵**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sains dan Teknologi
Jayapura

Email: ottiskowa@gmail.com

Abstrak

Industri konstruksi gedung kerap menghadapi keterlambatan, pembengkakan biaya, dan cacat mutu akibat lemahnya koordinasi antarpemangku kepentingan dan minimnya integrasi data. Building Information Modeling (BIM) hadir sebagai metodologi berbasis representasi digital tiga dimensi yang sarat informasi untuk mengatasi persoalan tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis kontribusi BIM terhadap efisiensi waktu, biaya, dan mutu proyek konstruksi gedung, serta mengidentifikasi tantangan dan faktor keberhasilan implementasinya. Metode yang digunakan adalah kajian deskriptif-analitis melalui studi literatur sistematis dan sintesis temuan empiris dari berbagai studi kasus proyek gedung bertingkat. Hasil kajian menunjukkan bahwa BIM pada dimensi 3D–5D mampu menekan durasi pelaksanaan melalui penjadwalan terintegrasi dan deteksi benturan (*clash detection*) sejak dini, menurunkan pemborosan biaya akibat pekerjaan ulang, serta meningkatkan akurasi estimasi volume pekerjaan. Dari sisi mutu, model informasi yang konsisten meningkatkan ketertelusuran spesifikasi dan kualitas dokumen perencanaan. BIM berperan signifikan sebagai instrumen pengendalian proyek terpadu, meskipun keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia, dukungan kebijakan, kematangan kolaborasi tim, serta kesiapan organisasi dalam mengelola perubahan.

Kata Kunci: Building Information Modeling, Efisiensi Biaya, Konstruksi Gedung, Manajemen Proyek, Mutu Konstruksi

Abstrack

The building construction industry frequently encounters classic problems such as project delays, cost overruns, and quality defects that stem from weak coordination among stakeholders and the lack of data integration. Building Information Modeling (BIM) is a methodology that uses information-rich, three-dimensional digital representations to address these issues. This study aims to analyze the contribution of BIM implementation to improving time, cost, and quality efficiency in building construction projects, while identifying the challenges and success factors of its implementation. The method employed is a descriptive-analytical review, based on a systematic literature study of recent scientific publications and a synthesis of empirical findings from various high-rise building case studies. The results indicate that using BIM across 3D to 5D dimensions can shorten implementation durations through integrated scheduling and early clash detection, reduce potential cost waste from rework, and improve the accuracy of quantity take-off estimates. In terms of quality, a consistent information model enhances specification traceability and the

quality of planning documents. It is concluded that BIM plays a significant role as an integrated project control instrument. However, its success depends heavily on human resource readiness, policy support, team collaboration maturity, and organizational readiness to manage change.

Keywords: Building Information Modeling, Building Construction, Cost Efficiency, Construction Quality, Project Management

PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan sektor strategis yang menopang pembangunan infrastruktur nasional, dengan efek berganda terhadap industri material, jasa rekayasa, dan teknologi informasi. Pertumbuhan gedung bertingkat yang pesat di kawasan perkotaan diiringi kompleksitas yang semakin tinggi, karena melibatkan berbagai disiplin arsitektur, struktur, mekanikal, elektrikal, dan perpipaan (MEP) yang harus diselaraskan. Praktik konvensional yang masih bertumpu pada gambar dua dimensi dan dokumen tersebar sering menimbulkan inkonsistensi informasi antardisiplin, sehingga kesalahan baru terdeteksi saat pekerjaan fisik berlangsung, memicu keterlambatan, pemborosan anggaran, dan penurunan mutu (Adhi et al., 2016).

Waktu, biaya, dan mutu dikenal sebagai *triple constraint* yang saling memengaruhimempercepat penyelesaian tanpa perencanaan matang dapat menurunkan mutu, sementara penekanan biaya berlebihan berisiko memperpanjang durasi. Pekerjaan ulang (*rework*) akibat kesalahan desain dan benturan antarelemen menyumbang porsi pemborosan biaya yang besar dari nilai kontrak, menuntut transformasi dari pendekatan fragmentaris menjadi kolaboratif dan berbasis data terpadu (Pantiga & Soekiman, 2021).

BIM muncul sebagai jawabannya: bukan sekadar perangkat lunak pemodelan 3D, melainkan metodologi kerja yang mengintegrasikan representasi geometris bangunan dengan informasi nongeometris (spesifikasi material, jadwal, estimasi biaya) dalam satu basis data digital yang dapat diakses bersama, sehingga seluruh pemangku kepentingan bekerja berdasarkan sumber informasi tunggal sepanjang siklus hidup proyek (Prasetya, 2024). Meski manfaatnya diakui secara global, adopsi BIM di Indonesia masih terkendala keterbatasan kompetensi SDM, biaya investasi awal, serta standar dan regulasi yang belum merata. Sektor konstruksi juga dikenal memiliki laju produktivitas yang relatif lambat, sehingga BIM diharapkan menjadi katalis perbaikan produktivitas melalui integrasi data dan otomasi (Mahardika & Windari, 2025).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan: (1) bagaimana konsep dan dimensi BIM diterapkan dalam proyek gedung, (2) bagaimana

kontribusi BIM terhadap efisiensi waktu, biaya, dan mutu, serta (3) apa saja tantangan dan faktor keberhasilan implementasinya. Tujuannya sejalan dengan rumusan masalah tersebut, dengan manfaat teoretis berupa perluasan pengetahuan integrasi teknologi digital dalam manajemen konstruksi, dan manfaat praktis sebagai referensi bagi praktisi, pemilik proyek, dan pengambil kebijakan. Penelitian ini dibatasi pada penerapan BIM dimensi 3D–5D pada gedung bertingkat, dengan aspek operasional dan pemeliharaan dibahas terbatas sebagai pelengkap.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif-analitis melalui studi literatur sistematis (*systematic literature review*), dipilih karena tujuannya menyintesis pengetahuan yang ada untuk memahami kontribusi BIM secara komprehensif. Tahapan penelitian meliputi: identifikasi sumber (artikel jurnal, prosiding, buku, dan laporan studi kasus proyek gedung yang relevan), seleksi dan penyaringan (berdasarkan relevansi terhadap waktu, biaya, mutu, kebaruan, dan kredibilitas penerbit), ekstraksi data (konteks proyek, metode penerapan BIM, indikator kinerja, hasil yang dicapai), sintesis dan analisis (perbandingan temuan untuk mengidentifikasi pola kontribusi serta faktor pendukung/penghambat), dan penarikan kesimpulan. Kriteria inklusi mencakup sumber yang membahas penerapan BIM pada proyek gedung, memuat indikator waktu/biaya/mutu, dan berasal dari penerbit kredibel; sumber tanpa kaitan langsung, tanpa dasar metodologis jelas, atau bersifat promosi komersial dikeluarkan. Analisis dilakukan secara tematik, mengelompokkan temuan ke dalam tiga tema utama efisiensi waktu, efisiensi biaya, peningkatan mutu dengan membandingkan pola kesamaan dan perbedaan konteks antarsumber. Kerangka berpikir penelitian memosisikan inefisiensi waktu, biaya, dan mutu pada proyek konvensional sebagai masalah, dan BIM sebagai intervensi yang dianalisis melalui kajian literatur untuk menghasilkan kesimpulan dan rekomendasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dan Evolusi BIM

BIM adalah representasi digital karakteristik fisik dan fungsional bangunan yang berfungsi sebagai sumber pengetahuan bersama untuk pengambilan keputusan sepanjang siklus hidup bangunan. Setiap objek dalam model kolom, balok, dinding memiliki dimensi geometris sekaligus atribut informasi seperti material, kekuatan, dan biaya; perubahan pada

satu elemen otomatis tercermin pada elemen dan dokumen terkait. Sifat parametrik dan saling terhubung inilah yang membedakan BIM dari CAD generasi sebelumnya. BIM berkembang melalui evolusi panjang: dari gambar manual, ke penggambaran 2D berbantuan komputer, ke pemodelan 3D, hingga model yang diperkaya informasi terstruktur membawa pergeseran paradigma dari pendekatan berbasis dokumen menjadi berbasis model, di mana gambar dan laporan menjadi turunan otomatis dari satu model induk (Rachman et al., 2026).

Dimensi dan Level of Development

Penerapan BIM dikelompokkan berdasarkan dimensi: 3D untuk pemodelan geometris dan deteksi benturan; 4D untuk penjadwalan dan simulasi urutan pelaksanaan; 5D untuk estimasi biaya dan *quantity take-off*; 6D untuk analisis energi dan keberlanjutan; serta 7D untuk pengelolaan fasilitas pascakonstruksi. Pemahaman terhadap dimensi ini penting untuk menentukan ruang lingkup pemanfaatan BIM dalam suatu proyek. Setiap dimensi membangun lapisan informasi di atas dimensi sebelumnya. Tabel 1 merangkum dimensi BIM beserta fokus dan manfaatnya.

Tabel 1. Dimensi Building Information Modeling dan fungsinya

Dimensi	Fokus Informasi	Manfaat Utama
3D	Pemodelan geometris dan visualisasi	Koordinasi spasial dan deteksi benturan antarelemen desain
4D	Penjadwalan dan dimensi waktu	Simulasi urutan pelaksanaan dan pengendalian durasi proyek
5D	Estimasi biaya dan kuantitas	Perhitungan volume (<i>quantity take-off</i>) dan kontrol anggaran yang akurat
6D	Keberlanjutan dan efisiensi energi	Analisis kinerja energi dan keberlanjutan bangunan
7D	Pengelolaan fasilitas (facility management)	Operasi dan pemeliharaan bangunan pada tahap pascakonstruksi

Selain dimensi, terdapat *Level of Development* (LOD) yang menggambarkan keandalan informasi geometris dan nongeometris suatu objek pada tahap tertentu, dari representasi konseptual kasar hingga kondisi terpasang yang presisi.

Interoperabilitas dan Lingkungan Data Bersama

Interoperabilitas kemampuan berbagai perangkat lunak bertukar data tanpa kehilangan informasi menjadi prasyarat penting karena setiap disiplin sering menggunakan perangkat berbeda; tanpanya, manfaat integrasi BIM tidak tercapai maksimal. Kolaborasi BIM juga membutuhkan *common data environment*, wadah digital tunggal tempat seluruh informasi proyek disimpan dan dibagikan, yang menjamin setiap pihak bekerja dengan versi informasi terbaru serta meningkatkan transparansi dan akuntabilitas (Ashar & Beatrix, 2024).

Manajemen Waktu, Biaya, Mutu dan Penelitian Terdahulu

Ketiga sasaran klasik proyek waktu, biaya, mutu saling terkait dan tidak dapat dipisahkan; BIM menawarkan pendekatan pengelolaan terpadu dalam satu sistem informasi.

Penelitian terdahulu menunjukkan integrasi data melalui BIM mengurangi kesalahan dokumen, mempercepat koordinasi, dan meningkatkan akurasi estimasi mencakup fokus pada koordinasi desain (penurunan kesalahan lapangan), penjadwalan 4D (jadwal lebih realistis), estimasi 5D (akurasi anggaran meningkat), dan adopsi organisasi (manfaat bergantung kematangan implementasi)

Tabel 2. Ringkasan Fokus dan Temuan Penelitian Terdahulu

Fokus Kajian	Aspek yang Ditinjau	Temuan Utama
Koordinasi desain	Deteksi benturan antardisiplin	Penurunan kesalahan dan revisi di lapangan
Penjadwalan 4D	Simulasi urutan pelaksanaan	Perencanaan jadwal lebih realistis
Estimasi 5D	Perhitungan volume otomatis	Peningkatan akurasi anggaran
Adopsi organisasi	Kesiapan SDM dan kebijakan	Manfaat bergantung kematangan implementasi

Sebagian besar penelitian juga menggarisbawahi bahwa besarnya manfaat sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan implementasi dan kesiapan organisasi. Kesenjangan inilah yang mendorong perlunya sintesis menyeluruh untuk memahami pola kontribusi BIM secara lebih utuh, sekaligus menempatkan aspek manusia dan proses sebagai bagian yang tak terpisahkan dari keberhasilan teknologi. Manfaat BIM juga dirasakan berbeda oleh tiap pemangku kepentingan: pemilik proyek memperoleh kepastian biaya dan jadwal; konsultan perencana memperoleh koordinasi antardisiplin yang efektif; kontraktor memperoleh perencanaan urutan kerja yang akurat; dan pengelola fasilitas memperoleh ketertelusuran komponen bangunan.

Tabel 3. Manfaat BIM bagi Berbagai Pemangku Kepentingan

Pemangku Kepentingan	Manfaat Utama BIM
Pemilik proyek	Kepastian biaya dan jadwal, visualisasi rancangan sebelum konstruksi, serta data aset untuk operasional bangunan
Konsultan perencana	Koordinasi antardisiplin yang efektif, konsistensi dokumen, dan kemudahan revisi desain
Kontraktor pelaksana	Perencanaan urutan kerja yang akurat, perhitungan volume otomatis, dan pengurangan pekerjaan ulang
Pengelola fasilitas	Ketertelusuran komponen bangunan dan efisiensi kegiatan pemeliharaan

Kontribusi terhadap Efisiensi Waktu

BIM dimensi 4D memberikan kontribusi nyata melalui integrasi model 3D dengan jadwal pelaksanaan, memungkinkan simulasi urutan pekerjaan secara visual sehingga konflik penjadwalan dan kebutuhan sumber daya dapat diidentifikasi sejak dini. *Clash detection* mengidentifikasi pertentangan antarelemen dari disiplin berbeda, misalnya benturan jalur perpipaan dengan elemen struktur dapat dilakukan pada tahap perencanaan digital, bukan saat pelaksanaan lapangan, sehingga menghindari kehilangan waktu akibat penghentian pekerjaan

dan revisi. Pembuatan dokumen otomatis dari model induk turut mempercepat proses, karena perubahan desain memperbarui gambar dan laporan terkait secara serentak. Percepatan durasi ini juga membawa keuntungan finansial tidak langsung berupa pengurangan biaya sewa peralatan, upah tenaga kerja tetap, dan biaya umum harian menegaskan keterkaitan erat antara efisiensi waktu dan biaya.

Kontribusi terhadap Efisiensi Biaya

Pada dimensi 5D, BIM memungkinkan *quantity take-off* otomatis dan akurat berdasarkan informasi yang melekat pada setiap objek model, mengurangi kesalahan estimasi manual sehingga anggaran lebih mendekati kebutuhan riil (Umam et al., 2022). Sumber penghematan paling signifikan berasal dari berkurangnya pekerjaan ulang, karena benturan dan kesalahan desain telah diselesaikan pada tahap perencanaan menghemat biaya material sekaligus tenaga kerja dan waktu. Pada tahap operasional, informasi lengkap komponen bangunan memudahkan pemeliharaan preventif, mencegah kerusakan besar berbiaya tinggi. Data kuantitas yang akurat juga memperbaiki perencanaan pengadaan, mengurangi kelebihan atau kekurangan stok yang memicu pembelian darurat. Perbandingan literatur menunjukkan pendekatan berbasis BIM secara konsisten unggul atas metode konvensional dalam hal deteksi benturan, akurasi estimasi, potensi pekerjaan ulang, koordinasi antardisiplin, ketertelusuran dokumen, dan perencanaan pengadaan (Kurnia et al., 2025).

Tabel 4. Perbandingan Kinerja Metode Konvensional dan Berbasis BIM

Indikator	Metode Konvensional	Berbasis BIM
Deteksi benturan desain	Saat pelaksanaan di lapangan	Tahap perencanaan digital
Akurasi estimasi volume	Rentan kesalahan manual	Otomatis dan konsisten
Potensi pekerjaan ulang	Relatif tinggi	Relatif rendah
Koordinasi antardisiplin	Terpisah dan manual	Terpadu dalam satu model
Ketertelusuran dokumen	Tersebar dan statis	Terpusat dan dinamis
Perencanaan pengadaan	Berdasarkan perkiraan	Berdasarkan data akurat

Kontribusi terhadap Peningkatan Mutu

Karena seluruh dokumen perencanaan dihasilkan dari model yang sama, risiko inkonsistensi antardokumen dapat ditekan signifikan, dan spesifikasi teknis yang melekat pada setiap objek memudahkan pengendalian mutu pelaksanaan. Visualisasi tiga dimensi membantu pemilik proyek dan tim perencana memahami rancangan secara utuh sebelum konstruksi dimulai, menurunkan kesalahpahaman terhadap maksud desain. Model BIM yang merepresentasikan kondisi terpasang juga bermanfaat pada tahap operasional, karena riwayat dan spesifikasi komponen dapat ditelusuri cepat menunjukkan kontribusi BIM terhadap mutu berlanjut sepanjang umur layanan bangunan. Kemampuan BIM memverifikasi kepatuhan

rancangan terhadap peraturan dan standar teknis (misalnya keselamatan dan aksesibilitas) secara semiotomatis pada tahap perencanaan turut menurunkan risiko ketidaksesuaian yang baru diketahui setelah pekerjaan selesai

Sintesis Studi Kasus dan Perbandingan

Sintesis studi kasus proyek gedung bertingkat memperkuat temuan tersebut: proyek berbasis BIM melaporkan berkurangnya permintaan informasi dan revisi lapangan, yang berhubungan langsung dengan penghematan waktu dan biaya. Manfaat terbesar diperoleh ketika BIM diterapkan sejak tahap perencanaan awal dan melibatkan seluruh disiplin secara kolaboratif, sementara penerapan yang terlambat atau parsial menghasilkan manfaat terbatas menegaskan bahwa nilai BIM terletak pada cara penerapannya, bukan semata pada perangkatnya. Pada proyek konvensional, koordinasi antardisiplin melalui pertemuan berkala dan pertukaran gambar 2D rentan menimbulkan kesalahpahaman karena tiap pihak menafsirkan gambar dari sudut pandangnya sendiri, sehingga benturan baru terungkap setelah pekerjaan fisik dimulai. Pola konsisten dari studi komparatif menunjukkan proyek berbasis BIM memiliki tingkat keterlambatan dan pembengkakan biaya yang lebih rendah dibandingkan proyek konvensional dengan karakteristik serupa.

Tantangan dan Faktor Keberhasilan

Kendala utama implementasi BIM meliputi keterbatasan SDM yang menguasai perangkat dan alur kerja BIM; investasi awal yang besar untuk perangkat lunak, perangkat keras, dan pelatihan; kebutuhan perubahan budaya kerja dari individual menjadi kolaboratif; kebutuhan standar dan regulasi baku; serta kendala interoperabilitas antarperangkat lunak yang berbeda. Hal ini menunjukkan hambatan adopsi BIM tidak semata teknologis, tetapi juga organisasional dan kultural. Faktor keberhasilan sangat ditentukan oleh komitmen manajemen puncak, peningkatan kompetensi melalui pelatihan berkelanjutan, dan dukungan kebijakan yang mendorong standardisasi menuntut perubahan simultan pada aspek teknologi, proses, dan manusia. Strategi adopsi yang dianjurkan bersifat bertahap: dimulai dari koordinasi desain dan deteksi benturan, kemudian diperluas ke penjadwalan dan estimasi biaya, disertai penyusunan pedoman kerja internal dan standar pertukaran data. Dukungan kebijakan pemerintah, misalnya persyaratan penggunaan BIM pada proyek tertentu, turut mempercepat adopsi pada skala nasional (Riyadi et al., 2024).

Analisis SWOT menunjukkan kekuatan BIM (integrasi data, deteksi benturan dini, akurasi estimasi, visualisasi kuat) dan peluangnya (dukungan kebijakan, tren transformasi digital, tuntutan efisiensi industri) jauh lebih dominan dibandingkan kelemahan (investasi

awal tinggi, kebutuhan kompetensi khusus, ketergantungan perangkat lunak) dan ancamannya (resistensi perubahan, kesenjangan standar, risiko keamanan data) kelemahan yang ada umumnya bersifat sementara dan dapat diatasi melalui investasi kompetensi dan perencanaan adopsi yang matang.

Tabel 5. Analisis SWOT Penerapan BIM pada Proyek Gedung

Kekuatan (Strengths)	Kelemahan (Weaknesses)
Integrasi data antardisiplin, deteksi benturan dini, akurasi estimasi, dan visualisasi yang kuat	Investasi awal tinggi, kebutuhan kompetensi khusus, dan ketergantungan pada perangkat lunak
Peluang (Opportunities)	Ancaman (Threats)
Dukungan kebijakan pemerintah, tren transformasi digital, dan tuntutan efisiensi industri	Resistensi perubahan, kesenjangan standar, dan risiko keamanan data digital

Teknologi Pendukung, Manajemen Risiko, dan Keberlanjutan

Nilai BIM meningkat melalui integrasi dengan teknologi pendukung seperti pemindaian laser dan fotogrametri untuk model kondisi eksisting, cetak tiga dimensi dan realitas tertambah untuk komunikasi rancangan, serta sistem pemantauan lapangan untuk membandingkan rencana dan realisasi. BIM juga memperkuat manajemen risiko dengan menggeser pendekatan dari korektif menjadi preventif melalui simulasi dan deteksi benturan sejak dini, serta memudahkan pemantauan risiko berkelanjutan lewat data terpusat. Pada dimensi lebih tinggi, BIM mendukung keberlanjutan melalui simulasi konsumsi energi dan perhitungan kuantitas yang mengurangi limbah material menjadikan kontribusinya tidak terbatas pada efisiensi ekonomi tetapi juga lingkungan dan sosial (Afra & Amna, 2025).

Indikator Keberhasilan dan Tren Adopsi

Evaluasi objektif manfaat BIM memerlukan indikator terukur yang mencakup aspek waktu (ketepatan jadwal), biaya (akurasi anggaran), mutu (jumlah cacat dan revisi), serta kolaborasi (efektivitas koordinasi) memungkinkan organisasi membandingkan kinerja proyek berbasis BIM dengan proyek konvensional secara meyakinkan sekaligus menjadi dasar perbaikan berkelanjutan.

Tabel 6. Contoh Indikator Pengukuran Keberhasilan Penerapan BIM

Aspek	Indikator	Tolok Ukur
Waktu	Ketepatan jadwal	Selisih durasi rencana dan realisasi
Biaya	Akurasi anggaran	Selisih estimasi dan biaya aktual
Mutu	Jumlah cacat dan revisi	Frekuensi permintaan informasi dan perbaikan
Kolaborasi	Efektivitas koordinasi	Jumlah benturan terdeteksi sebelum konstruksi

Secara global, adopsi BIM telah menjadi persyaratan wajib di banyak proyek pemerintah, didukung ekosistem berupa standar nasional, pelatihan, dan insentif. Di Indonesia, adopsi menunjukkan tren meningkat terutama pada proyek besar dan pemerintah, meski pemerataan pada perusahaan skala menengah-kecil masih memerlukan dukungan lebih lanjut. Secara keseluruhan, BIM mengubah cara proyek dikelola dari pendekatan reaktif menjadi proaktif, memungkinkan pengendalian waktu, biaya, dan mutu dalam satu sistem informasi yang saling terhubung.

KESIMPULAN

Penerapan BIM memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi waktu, biaya, dan mutu proyek konstruksi gedung. Dari aspek waktu, BIM mempercepat pelaksanaan melalui penjadwalan terintegrasi dan deteksi benturan dini yang mencegah penghentian pekerjaan lapangan. Dari aspek biaya, BIM meningkatkan akurasi estimasi volume, menekan pemborosan akibat pekerjaan ulang, dan memperbaiki perencanaan pengadaan. Dari aspek mutu, BIM menjamin konsistensi dan ketertelusuran informasi perencanaan serta meningkatkan komunikasi antarpemangku kepentingan. Keberhasilan implementasi tidak bersifat otomatis, melainkan bergantung pada kesiapan SDM, kematangan kolaborasi tim, dukungan kebijakan, dan komitmen organisasi dalam mengelola perubahan; manfaat terbesar diperoleh ketika BIM diterapkan sejak tahap awal proyek secara terintegrasi lintas disiplin. Dengan demikian, BIM sebaiknya dipandang sebagai metodologi kerja yang menuntut transformasi menyeluruh pada aspek teknologi, proses, dan manusia instrumen strategis untuk meningkatkan kinerja proyek sekaligus daya saing industri konstruksi nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia antara Metode Building Information Modelling (BIM) dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220–229.
- Afra, L., & Amna, K. (2025). Perkembangan Teknologi Building Information Modeling (BIM) dalam Manajemen Proyek Konstruksi: Sebuah Systematic Literature Review. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 9(2), 51–60.
- Ashar, M. R., & Beatrix, M. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) pada Estimasi Volume Pekerjaan Struktur Proyek. *Journal of Sciencetech Research and*

Development, 6(1), 615–623.

- Kurnia, L., Sumarsono, A., Sani, S., & Trianah, Y. (2025). Implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam Perencanaan dan Penjadwalan Pekerjaan Struktur Beton Gedung Griya Bumi Silampari di Kabupaten Musi Rawas. *Momentum Jurnal Inovasi dan Rekayasa Teknik Sipil (MJIRTS)*, 1(2), 44–55.
- Mahardika, D., & Windari, A. C. (2025). Penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam Peningkatan Efisiensi dan Keberlanjutan pada Proyek High-Rise Building di Indonesia. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(1), 2455–2462.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Literatur Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
- Prasetya, M. G. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) untuk Perencanaan Biaya dan Waktu Pekerjaan Struktur pada Bangunan Gedung (Studi Kasus: Gedung RSUD Anugrah Sehat Afiat Depok). Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rachman, J., Ingsih, I. S., & Azmi, A. F. U. (2026). Penerapan Building Information Modeling (BIM) 4D dan Analisis Alokasi Sumber Daya pada Proyek Gedung Kyai Tholhah Hasan Unisma. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 16(1), 187–197.
- Riyadi, S., Taqwa, F. M. L., Brillianto, A. G., & Simanjuntak, M. R. A. (2024). Analisis Implementasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Tahap Perencanaan Bangunan Gedung Istana Kepresidenan Ibu Kota Nusantara (Studi Kasus PT Yodya Karya, Persero). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(2), 279–288.
- Umam, F. N., Erizal, E., & Putra, H. (2022). Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat dengan Aplikasi Building Information Modeling (BIM) 5D. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 245–256.