

PENGARUH IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TERHADAP EFISIENSI PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI PADA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Ajinar*¹

¹Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik Iskandar Thani

* Corresponding Author: ajinarhasan@email.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : juni 02, 2026

Revised : juni 19, 2026

Accepted : juni 24, 2026

Available online : juni 25, 2026

Kata Kunci:

Building Information Modeling (BIM), efisiensi proyek, teknik sipil, manajemen konstruksi, transformasi digital.

Keywords:

Building Information Modeling (BIM), project efficiency, civil engineering, construction management, digital transformation.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital pada industri konstruksi mendorong perlunya penerapan sistem manajemen proyek yang lebih efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang saat ini banyak digunakan dalam sektor konstruksi adalah *Building Information Modeling* (BIM), yaitu suatu metode berbasis model digital yang mampu mengintegrasikan seluruh informasi proyek dalam satu sistem terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh implementasi BIM terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi pada sektor teknik sipil di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei eksplanatori (*explanatory survey*).

Populasi penelitian terdiri atas tenaga profesional bidang konstruksi yang memiliki pengalaman dalam penggunaan BIM, sedangkan teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan jumlah responden sebanyak 150 orang yang berasal dari kontraktor, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan instansi pemerintah. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner dengan skala Likert lima tingkat dan dianalisis menggunakan metode *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) melalui aplikasi SmartPLS 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi BIM memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi dengan nilai koefisien jalur sebesar 0,827, nilai *t-statistics* sebesar 18,546, dan nilai *p-value* sebesar 0,000. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,684 menunjukkan bahwa implementasi BIM mampu menjelaskan 68,4% variasi efisiensi proyek konstruksi. Penerapan BIM terbukti mampu meningkatkan koordinasi antar pemangku kepentingan, mengurangi pekerjaan ulang (*rework*), meningkatkan akurasi estimasi biaya, serta memperbaiki pengendalian waktu pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, penerapan BIM perlu terus ditingkatkan melalui penguatan kompetensi sumber daya manusia, dukungan kebijakan pemerintah, serta integrasi pembelajaran BIM dalam kurikulum pendidikan teknik sipil guna mendukung transformasi digital industri konstruksi di Indonesia.

ABSTRACT

The rapid development of digital technology in the construction industry has increased the need for more effective and efficient project management systems. One of the technologies currently widely implemented in the construction sector is Building Information Modeling (BIM), a digital-based

modeling method capable of integrating all project information into a single system. This study aims to analyze the effect of BIM implementation on the efficiency of planning and execution of construction projects in Indonesia's civil engineering sector. The research employed a quantitative approach using an explanatory survey method. The study population consisted of construction professionals experienced in BIM implementation, while purposive sampling was used to select 150 respondents from contractors, consultants, supervisors, and government agencies. Data were collected using a five-point Likert scale questionnaire and analyzed using the Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) method with SmartPLS 4 software. The results revealed that BIM implementation had a positive and significant effect on construction project efficiency, with a path coefficient value of 0.827, a t-statistic value of 18.546, and a p-value of 0.000. The coefficient of determination (R^2) of 0.684 indicates that BIM implementation explains 68.4% of the variance in project efficiency. BIM implementation was proven to improve stakeholder coordination, reduce rework, increase cost estimation accuracy, and enhance project schedule control. Therefore, BIM implementation should continue to be strengthened through improving human resource competencies, government policy support, and integrating BIM education into civil engineering curricula to support the digital transformation of Indonesia's construction industry.

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Cv Abid Abadi Publisher



PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Di Indonesia, pembangunan infrastruktur terus mengalami peningkatan sebagai bagian dari upaya pemerintah dalam mendukung konektivitas wilayah, pertumbuhan ekonomi, serta pemerataan pembangunan. Pembangunan jalan, jembatan, gedung, bendungan, dan berbagai fasilitas publik lainnya membutuhkan pengelolaan proyek yang efektif agar dapat diselesaikan sesuai dengan target biaya, mutu, dan waktu yang telah ditentukan. Namun demikian, berbagai proyek konstruksi masih menghadapi permasalahan seperti keterlambatan pekerjaan, pembengkakan biaya, kesalahan desain, serta kurangnya koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi (Kustova et al., 2024).

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa metode konvensional dalam perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi mulai mengalami keterbatasan dalam menghadapi kompleksitas pembangunan modern. Proses pertukaran informasi yang masih menggunakan dokumen dua dimensi sering menyebabkan terjadinya kesalahan interpretasi gambar, konflik desain antar disiplin ilmu, serta keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Akibatnya, produktivitas proyek menurun dan biaya konstruksi menjadi lebih besar dibandingkan dengan perencanaan awal. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen proyek konstruksi.

Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam bidang teknik sipil adalah penerapan *Building Information Modeling* (BIM). BIM merupakan teknologi berbasis model digital tiga dimensi yang memungkinkan seluruh informasi proyek terintegrasi dalam satu sistem sehingga dapat diakses oleh seluruh pemangku kepentingan proyek secara real time. Melalui BIM, proses perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan bangunan dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan terkoordinasi. Teknologi ini tidak hanya menampilkan visualisasi bangunan dalam bentuk tiga dimensi, tetapi juga memuat informasi mengenai material, biaya, jadwal pekerjaan, serta spesifikasi teknis lainnya (Putra & Puri, 2024).

Penerapan BIM di berbagai negara telah menunjukkan manfaat yang signifikan terhadap peningkatan produktivitas proyek konstruksi. Penggunaan BIM mampu mengurangi kesalahan desain sejak tahap awal perencanaan melalui proses *clash detection* atau deteksi benturan antar elemen bangunan. Selain itu, BIM juga membantu proses estimasi biaya yang lebih akurat melalui integrasi antara model tiga dimensi dengan data kuantitas material dan harga satuan pekerjaan. Dengan demikian, risiko terjadinya pembengkakan biaya proyek dapat diminimalkan. Teknologi ini juga memungkinkan simulasi tahapan konstruksi sehingga jadwal pelaksanaan proyek dapat direncanakan secara lebih efektif dan efisien.

Di Indonesia, penerapan BIM mulai mendapat perhatian serius dari pemerintah, khususnya melalui kebijakan yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Sejak tahun 2020, pemerintah telah mengembangkan standar protokol BIM sebagai pedoman implementasi pada proyek-proyek konstruksi nasional. Langkah tersebut dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembangunan infrastruktur sekaligus mendukung transformasi digital di sektor konstruksi. Namun demikian, tingkat penerapan BIM pada berbagai proyek konstruksi di Indonesia masih tergolong rendah akibat keterbatasan sumber daya manusia, biaya investasi perangkat lunak, serta kurangnya pemahaman mengenai manfaat BIM dalam manajemen proyek konstruksi (Putra & Puri, 2024).

Selain faktor teknologi, kesiapan sumber daya manusia juga menjadi tantangan utama dalam implementasi BIM. Banyak tenaga kerja konstruksi yang masih terbiasa menggunakan metode konvensional sehingga membutuhkan pelatihan dan peningkatan kompetensi untuk dapat mengoperasikan perangkat lunak BIM secara optimal. Kondisi ini menunjukkan pentingnya peran perguruan tinggi, khususnya program studi Teknik Sipil, dalam mempersiapkan lulusan yang memiliki kemampuan digital dan mampu mengikuti

perkembangan teknologi konstruksi modern. Integrasi pembelajaran BIM dalam kurikulum pendidikan teknik sipil menjadi salah satu langkah strategis untuk meningkatkan daya saing lulusan di dunia kerja.

Perkembangan teknologi digital dalam sektor konstruksi tidak hanya terbatas pada BIM, tetapi juga berkaitan dengan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable infrastructure*). Infrastruktur masa depan dituntut tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan secara seimbang. Konsep keberlanjutan menjadi perhatian utama karena sektor konstruksi merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di dunia. Oleh karena itu, penerapan teknologi digital seperti BIM diharapkan mampu membantu proses perencanaan yang lebih efisien dalam penggunaan material, energi, dan sumber daya lainnya sehingga mendukung terciptanya pembangunan yang berkelanjutan (Kustova et al., 2024).

Penelitian mengenai pembangunan infrastruktur berkelanjutan menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya serta memperbaiki proses pengambilan keputusan dalam proyek konstruksi. Selain itu, pendekatan ini mampu meningkatkan transparansi, koordinasi, dan akuntabilitas dalam pelaksanaan proyek sehingga menghasilkan infrastruktur yang lebih berkualitas dan tahan terhadap perubahan lingkungan maupun iklim di masa mendatang (Plamonia et al., 2024).

Indonesia sebagai negara yang berada pada wilayah rawan bencana juga membutuhkan infrastruktur yang tangguh terhadap perubahan iklim dan bencana alam. Perencanaan infrastruktur modern harus mampu mengakomodasi risiko banjir, gempa bumi, kenaikan muka air laut, serta perubahan pola curah hujan yang semakin tidak menentu. Teknologi BIM dapat dimanfaatkan untuk melakukan simulasi berbagai kondisi tersebut sehingga proses pengambilan keputusan dalam desain dan pelaksanaan proyek menjadi lebih tepat dan akurat. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *climate-resilient infrastructure* yang saat ini menjadi fokus utama pembangunan infrastruktur di berbagai negara (Fitri et al., 2025).

Di sisi lain, perkembangan pembangunan kawasan strategis nasional seperti Ibu Kota Nusantara (IKN) juga mendorong kebutuhan terhadap teknologi konstruksi yang lebih modern dan efisien. Proyek-proyek berskala besar memerlukan sistem informasi yang terintegrasi untuk mengurangi risiko keterlambatan dan pemborosan biaya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode konstruksi modern dan

digitalisasi proyek dapat meningkatkan kualitas hasil pekerjaan serta mempercepat proses pembangunan infrastruktur nasional (Turbaningsih et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa implementasi Building Information Modeling memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Namun demikian, tingkat penerapan teknologi ini pada proyek konstruksi di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan baik dari aspek sumber daya manusia, biaya investasi, maupun kesiapan organisasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh implementasi Building Information Modeling terhadap efisiensi proyek konstruksi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilannya penerapannya pada sektor konstruksi di Indonesia. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu Teknik Sipil, khususnya dalam bidang manajemen konstruksi dan transformasi digital pada industri konstruksi nasional.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei eksplanatori (*explanatory survey*) untuk menganalisis pengaruh implementasi *Building Information Modeling* (BIM) terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu menjelaskan hubungan antarvariabel secara objektif melalui pengukuran dan analisis statistik sehingga menghasilkan kesimpulan yang dapat digeneralisasikan pada populasi penelitian. Metode survei eksplanatori banyak digunakan dalam penelitian bidang manajemen konstruksi karena efektif dalam mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara penerapan teknologi konstruksi dan peningkatan kinerja proyek (Zeng et al., 2021).

Penelitian dilaksanakan pada perusahaan jasa konstruksi, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor yang telah menerapkan BIM pada proyek konstruksi gedung maupun infrastruktur di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan selama periode Januari hingga Maret 2026, sedangkan pengolahan dan analisis data dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2026. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada semakin meningkatnya implementasi BIM pada berbagai proyek konstruksi nasional sebagai bagian dari transformasi digital di sektor konstruksi Indonesia (Siregar et al., 2024).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tenaga profesional bidang konstruksi yang memiliki pengalaman dalam penggunaan BIM, meliputi *project manager*, *site engineer*, *civil engineer*, *quantity surveyor*, *BIM engineer*, *BIM coordinator*, konsultan perencana, serta konsultan pengawas. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive*

sampling, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kriteria tertentu sesuai tujuan penelitian. Kriteria responden meliputi memiliki pengalaman kerja minimal dua tahun pada proyek konstruksi, pernah menggunakan perangkat lunak BIM seperti Autodesk Revit, Navisworks, Civil 3D, atau Tekla Structures, serta terlibat secara langsung dalam proses perencanaan maupun pelaksanaan proyek konstruksi. Penggunaan teknik *purposive sampling* dianggap sesuai untuk penelitian yang memerlukan responden dengan kompetensi dan pengalaman khusus dalam bidang tertentu (Campbell et al., 2020).

Jumlah sampel penelitian ditentukan berdasarkan rekomendasi analisis *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM), yaitu minimal lima hingga sepuluh kali jumlah indikator yang digunakan dalam penelitian. Dengan jumlah indikator sebanyak dua puluh item, maka jumlah responden minimum yang diperlukan berkisar antara 100 hingga 200 orang. Oleh karena itu, penelitian ini menetapkan target sebanyak 150 responden untuk memperoleh hasil analisis yang lebih representatif dan memenuhi persyaratan statistik dalam pengujian model PLS-SEM (Hair et al., 2022).

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah implementasi Building Information Modeling (BIM), sedangkan variabel terikat adalah efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Variabel implementasi BIM diukur melalui beberapa indikator, yaitu integrasi informasi proyek, visualisasi model tiga dimensi, kemampuan *clash detection*, kolaborasi antar pemangku kepentingan, akurasi estimasi biaya, integrasi jadwal proyek, kemudahan pertukaran data, serta pemanfaatan model digital dalam pengambilan keputusan proyek. Sementara itu, efisiensi proyek konstruksi diukur berdasarkan indikator efisiensi waktu pelaksanaan, efisiensi biaya proyek, pengurangan pekerjaan ulang (*rework*), peningkatan kualitas pekerjaan, produktivitas tenaga kerja, ketepatan jadwal proyek, efektivitas komunikasi proyek, dan tingkat kepuasan pemangku kepentingan. Pemilihan indikator tersebut mengacu pada berbagai penelitian mengenai efektivitas implementasi BIM dalam meningkatkan kinerja proyek konstruksi (Siregar et al., 2024; Alwan et al., 2023).

Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner menggunakan skala Likert lima tingkat yang terdiri atas pilihan jawaban sangat tidak setuju, tidak setuju, netral, setuju, dan sangat setuju dengan skor berturut-turut satu hingga lima. Penggunaan skala Likert dipilih karena mampu mengukur persepsi, sikap, dan tingkat persetujuan responden terhadap pernyataan yang diberikan secara lebih sistematis dan mudah dianalisis secara statistik (Taherdoost, 2022). Penyebaran kuesioner dilakukan secara

daring menggunakan Google Form maupun secara langsung kepada responden yang memenuhi kriteria penelitian.

Selain menggunakan kuesioner, penelitian ini juga memanfaatkan wawancara semi terstruktur dengan beberapa praktisi BIM untuk memperoleh informasi tambahan yang dapat memperkuat interpretasi hasil analisis kuantitatif. Wawancara digunakan untuk memahami berbagai tantangan, hambatan, dan peluang implementasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan menelaah artikel ilmiah, buku, regulasi pemerintah, standar BIM, dan publikasi internasional yang berkaitan dengan implementasi teknologi digital pada industri konstruksi (Alwan et al., 2022).

Instrumen penelitian terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya sebelum digunakan dalam analisis utama. Uji validitas dilakukan menggunakan nilai *outer loading* dan *Average Variance Extracted* (AVE). Indikator dinyatakan valid apabila memiliki nilai *outer loading* lebih besar dari 0,70 dan nilai AVE lebih besar dari 0,50. Sementara itu, reliabilitas instrumen diukur menggunakan nilai *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability* dengan batas minimum sebesar 0,70. Pengujian tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa instrumen penelitian mampu mengukur variabel secara konsisten dan akurat (Hair et al., 2022).

Analisis data dilakukan menggunakan aplikasi SmartPLS versi 4 melalui beberapa tahapan, yaitu analisis statistik deskriptif, pengujian model pengukuran (*measurement model*), pengujian model struktural (*structural model*), pengujian koefisien jalur (*path coefficient*), analisis koefisien determinasi (R^2), analisis *effect size* (f^2), serta pengujian hipotesis menggunakan metode *bootstrapping*. Metode PLS-SEM dipilih karena memiliki kemampuan untuk menganalisis hubungan antarvariabel laten secara simultan serta mampu digunakan pada penelitian dengan jumlah sampel relatif kecil dan model yang kompleks (Zeng et al., 2021).

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini terdiri atas hipotesis nol dan hipotesis alternatif. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa implementasi Building Information Modeling (BIM) tidak berpengaruh signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Sementara itu, hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa implementasi Building Information Modeling (BIM) berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Pengujian hipotesis dilakukan pada tingkat signifikansi 5% dengan kriteria bahwa hipotesis diterima apabila nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 dan nilai *t-statistics* lebih besar dari 1,96 (Hair et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan sebanyak **150 responden** yang berasal dari perusahaan kontraktor, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan instansi pemerintah yang telah menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi. Karakteristik responden berdasarkan jabatan menunjukkan bahwa sebagian besar responden merupakan *Site Engineer* sebanyak 40 orang (26,7%), diikuti oleh *Civil Engineer* sebanyak 35 orang (23,3%), *Project Manager* sebanyak 25 orang (16,7%), *BIM Engineer* sebanyak 20 orang (13,3%), *Quantity Surveyor* sebanyak 15 orang (10,0%), serta *BIM Coordinator* dan konsultan lainnya sebanyak 15 orang (10,0%).

Berdasarkan pengalaman kerja, sebanyak 30 responden (20,0%) memiliki pengalaman kerja 2–5 tahun, 65 responden (43,3%) memiliki pengalaman 6–10 tahun, dan 55 responden (36,7%) memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki pengalaman yang cukup dalam bidang konstruksi sehingga mampu memberikan penilaian yang objektif terhadap implementasi BIM pada proyek konstruksi.

2. Analisis Statistik Deskriptif

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa tingkat implementasi BIM pada proyek konstruksi berada pada kategori tinggi dengan nilai rata-rata sebesar **4,18** dari skala maksimum 5,00. Sementara itu, efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi memiliki nilai rata-rata sebesar **4,24** yang menunjukkan bahwa penggunaan BIM dinilai mampu meningkatkan efisiensi proyek secara keseluruhan.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Kategori
Implementasi BIM (X)	4,18	0,58	Tinggi
Efisiensi Proyek (Y)	4,24	0,54	Tinggi

Nilai rata-rata yang tinggi menunjukkan bahwa responden memberikan persepsi positif terhadap penggunaan BIM dalam mendukung proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi.

3. Hasil Uji Validitas

Pengujian validitas dilakukan menggunakan nilai *outer loading* dan *Average Variance Extracted* (AVE). Seluruh indikator penelitian memiliki nilai *outer loading* di atas 0,70 sehingga dinyatakan valid.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas

Variabel	Jumlah Indikator	Outer Loading	AVE	Keterangan
Implementasi BIM	8	0,742-0,891	0,689	Valid
Efisiensi Proyek	8	0,751-0,903	0,714	Valid

Nilai AVE yang lebih besar dari 0,50 menunjukkan bahwa masing-masing konstruk mampu menjelaskan lebih dari 50% varians indikatornya sehingga memenuhi syarat validitas konvergen.

4. Hasil Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan nilai *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability*.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Keterangan
Implementasi BIM	0,921	0,938	Reliabel
Efisiensi Proyek	0,934	0,945	Reliabel

Nilai *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability* yang berada di atas 0,70 menunjukkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat baik.

5. Hasil Pengujian Model Struktural

Hasil analisis menggunakan SmartPLS menunjukkan bahwa variabel implementasi BIM memiliki pengaruh positif terhadap efisiensi proyek konstruksi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar **0,684**.

Tabel 4. Nilai Koefisien Determinasi

Variabel Endogen	R^2
Efisiensi Proyek	0,684

Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebesar **68,4%** variasi efisiensi proyek konstruksi dapat dijelaskan oleh implementasi BIM, sedangkan sisanya sebesar **31,6%** dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian seperti kompetensi sumber daya manusia, budaya organisasi, dukungan manajemen, dan tingkat kompleksitas proyek.

6. Hasil Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan metode *bootstrapping* dengan tingkat signifikansi 5%.

Tabel 5. Hasil Pengujian Hipotesis

Hubungan Variabel	Koefisien Jalur	T-statistics	P-value	Keputusan
BIM → Efisiensi Proyek	0,827	18,546	0,000	Diterima

Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi BIM berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi dengan nilai koefisien jalur sebesar **0,827**, nilai **t-statistics sebesar 18,546**, dan nilai **p-value sebesar 0,000** ($<0,05$). Dengan demikian, hipotesis alternatif (H1) diterima sedangkan hipotesis nol (H0) ditolak.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Building Information Modeling* (BIM) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien jalur sebesar 0,827 dengan nilai *t-statistics* sebesar 18,546 dan *p-value* sebesar 0,000 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi tingkat penerapan BIM pada suatu proyek konstruksi, maka semakin tinggi pula tingkat efisiensi yang dapat dicapai dalam aspek waktu, biaya, mutu, dan koordinasi pekerjaan. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa implementasi BIM berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi proyek konstruksi.

Salah satu kontribusi utama BIM terhadap efisiensi proyek adalah kemampuannya dalam mengintegrasikan seluruh informasi proyek ke dalam satu model digital yang dapat diakses oleh seluruh pemangku kepentingan. Pada metode konvensional, informasi proyek biasanya tersebar dalam berbagai dokumen terpisah seperti gambar kerja, spesifikasi teknis, jadwal pelaksanaan, dan dokumen anggaran biaya sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan komunikasi maupun interpretasi antar pihak yang terlibat. Dengan adanya BIM, seluruh data tersebut dapat diintegrasikan dalam satu platform sehingga proses koordinasi menjadi lebih efektif dan akurat (Siregar et al., 2024).

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, indikator integrasi informasi proyek memperoleh nilai rata-rata tertinggi dibandingkan indikator lainnya pada variabel implementasi BIM. Hal ini menunjukkan bahwa responden merasakan manfaat nyata dari kemudahan akses informasi dan peningkatan koordinasi antar disiplin ilmu seperti struktur, arsitektur, dan mekanikal elektrik. Kolaborasi yang lebih baik tersebut mampu mengurangi keterlambatan pengambilan keputusan dan mempercepat penyelesaian

pekerjaan di lapangan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa BIM mampu meningkatkan komunikasi antar anggota tim proyek melalui sistem pertukaran informasi yang terintegrasi dan transparan (Alwan et al., 2022).

Selain meningkatkan koordinasi, BIM juga terbukti efektif dalam mengurangi kesalahan desain melalui fitur *clash detection*. Fitur ini memungkinkan identifikasi benturan antar komponen bangunan sebelum tahap konstruksi dimulai sehingga potensi pekerjaan ulang (*rework*) dapat diminimalkan. Dalam praktik konstruksi konvensional, konflik desain sering kali baru ditemukan pada saat pekerjaan di lapangan telah berlangsung sehingga menyebabkan perubahan desain, pemborosan material, serta penambahan waktu pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, kemampuan BIM dalam mendeteksi konflik desain sejak tahap perencanaan menjadi salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap efisiensi proyek konstruksi (Alwan et al., 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator pengurangan pekerjaan ulang memiliki nilai rata-rata sebesar 4,31 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengakui bahwa penerapan BIM mampu mengurangi terjadinya kesalahan pekerjaan selama proses konstruksi berlangsung. Pengurangan *rework* tidak hanya berdampak pada efisiensi biaya, tetapi juga meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa penggunaan BIM dapat menurunkan tingkat kesalahan konstruksi hingga lebih dari 30% dibandingkan metode konvensional (Siregar et al., 2024).

Aspek lain yang memperoleh perhatian dalam penelitian ini adalah efisiensi biaya proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BIM membantu meningkatkan akurasi estimasi biaya melalui integrasi model tiga dimensi dengan data volume pekerjaan dan harga satuan material. Konsep *5D BIM* memungkinkan perhitungan kebutuhan material dilakukan secara otomatis berdasarkan perubahan desain yang terjadi sehingga risiko kesalahan estimasi dapat diminimalkan. Dengan demikian, kemungkinan terjadinya pembengkakan biaya proyek dapat dikurangi secara signifikan. Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa integrasi antara model BIM dan sistem estimasi biaya mampu meningkatkan ketepatan penyusunan anggaran proyek serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif selama siklus hidup proyek konstruksi (Kustova et al., 2024).

Selain efisiensi biaya, implementasi BIM juga berpengaruh terhadap efisiensi waktu pelaksanaan proyek melalui pemanfaatan konsep *4D BIM*, yaitu integrasi model tiga dimensi dengan jadwal pelaksanaan proyek. Melalui simulasi tahapan konstruksi secara

visual, manajer proyek dapat mengidentifikasi potensi keterlambatan pekerjaan dan menyusun strategi mitigasi yang lebih efektif sebelum pekerjaan dimulai di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator ketepatan jadwal proyek memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,27 yang menunjukkan bahwa BIM mampu membantu pelaksanaan proyek sesuai dengan target waktu yang telah ditetapkan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan BIM dapat meningkatkan kemampuan pengendalian jadwal proyek dan memperbaiki efisiensi manajemen konstruksi secara keseluruhan (Zeng et al., 2021).

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,684 menunjukkan bahwa implementasi BIM mampu menjelaskan 68,4% variasi efisiensi proyek konstruksi, sedangkan sisanya sebesar 31,6% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian. Faktor-faktor tersebut antara lain kompetensi sumber daya manusia, budaya organisasi, dukungan manajemen puncak, kesiapan teknologi, serta tingkat kompleksitas proyek yang dikerjakan. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun BIM memiliki kontribusi yang besar terhadap peningkatan efisiensi proyek, keberhasilan implementasinya tetap membutuhkan dukungan dari berbagai aspek organisasi dan sumber daya manusia (Hair et al., 2022).

Tingkat kompetensi tenaga kerja menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan penerapan BIM di Indonesia. Meskipun teknologi BIM terus berkembang, masih banyak perusahaan konstruksi yang menghadapi kendala berupa keterbatasan tenaga ahli yang memiliki kemampuan mengoperasikan perangkat lunak BIM secara profesional. Kondisi tersebut menyebabkan proses adopsi teknologi berjalan lebih lambat dibandingkan negara-negara maju. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan, sertifikasi, dan penguatan kurikulum BIM pada program studi Teknik Sipil di perguruan tinggi agar lulusan memiliki kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan industri konstruksi modern (Alwan et al., 2023).

Selain aspek sumber daya manusia, biaya investasi perangkat lunak dan perangkat keras juga menjadi tantangan dalam implementasi BIM, khususnya bagi perusahaan konstruksi skala kecil dan menengah. Pengadaan lisensi perangkat lunak, pelatihan tenaga kerja, serta pengembangan infrastruktur teknologi memerlukan investasi yang relatif besar pada tahap awal. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa manfaat jangka panjang yang diperoleh dari pengurangan kesalahan desain, peningkatan produktivitas, serta efisiensi biaya proyek jauh lebih besar dibandingkan investasi awal yang dikeluarkan perusahaan (Siregar et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi BIM merupakan salah satu strategi penting dalam mendukung transformasi digital sektor konstruksi di Indonesia. Penerapan BIM tidak hanya meningkatkan efisiensi proyek dari aspek biaya, waktu, dan mutu, tetapi juga mendukung pembangunan infrastruktur yang lebih berkelanjutan melalui penggunaan sumber daya yang lebih efektif dan pengurangan pemborosan material. Oleh karena itu, pemerintah, perguruan tinggi, dan pelaku industri konstruksi perlu memperkuat kolaborasi dalam memperluas penerapan BIM agar industri konstruksi Indonesia mampu bersaing pada tingkat global serta mendukung pembangunan infrastruktur nasional yang lebih modern dan berkelanjutan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi *Building Information Modeling* (BIM) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi pada sektor teknik sipil di Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan BIM mampu meningkatkan kualitas koordinasi antar pemangku kepentingan proyek melalui integrasi informasi dalam satu model digital yang terpusat sehingga proses komunikasi dan pengambilan keputusan menjadi lebih efektif.

Penerapan BIM juga terbukti mampu mengurangi terjadinya pekerjaan ulang (*rework*) melalui pemanfaatan fitur *clash detection* yang dapat mendeteksi konflik desain sebelum tahap konstruksi dilaksanakan. Selain itu, integrasi antara model tiga dimensi dengan estimasi biaya dan jadwal pelaksanaan proyek memberikan manfaat berupa peningkatan akurasi perencanaan anggaran serta pengendalian waktu proyek yang lebih baik. Kondisi tersebut berdampak pada peningkatan produktivitas tenaga kerja dan efisiensi penggunaan sumber daya proyek.

Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa implementasi BIM memberikan kontribusi sebesar 68,4% terhadap peningkatan efisiensi proyek konstruksi, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti kompetensi sumber daya manusia, dukungan organisasi, kesiapan teknologi, dan kompleksitas proyek. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi BIM tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga memerlukan dukungan manajemen, pelatihan tenaga kerja, dan kesiapan organisasi dalam menghadapi transformasi digital.

Penelitian ini merekomendasikan agar pemerintah, perguruan tinggi, dan pelaku industri konstruksi meningkatkan kolaborasi dalam pengembangan kompetensi BIM melalui pelatihan, sertifikasi profesi, dan integrasi materi BIM ke dalam kurikulum Program Studi Teknik Sipil. Selain itu, perusahaan konstruksi perlu meningkatkan investasi pada teknologi digital dan pengembangan sumber daya manusia agar penerapan BIM dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan dalam mendukung pembangunan infrastruktur nasional yang lebih efektif, efisien, dan berdaya saing global.

Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain seperti kompetensi sumber daya manusia, budaya organisasi, dukungan manajemen, dan kesiapan teknologi untuk memperoleh model penelitian yang lebih komprehensif.
2. Penelitian berikutnya dapat memperluas cakupan responden pada berbagai jenis proyek konstruksi seperti jalan, jembatan, bendungan, dan bangunan gedung agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi.
3. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai integrasi BIM dengan teknologi lain seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), dan *Digital Twin* untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proyek konstruksi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alshboul, O., Rahmat, R. A. O. K., & Banaitis, A. (2022). Addressing value management implementation barriers within the construction industry: A PLS-SEM approach. *Sustainability*, 14(24), 16602. <https://doi.org/10.3390/su142416602>
- Alwan, Z., Jones, P., & Holgate, P. (2022). Modelling the relationship between Building Information Modelling implementation barriers, usage and awareness on building project lifecycle. *Building and Environment*, 207, 108556. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108556>
- Alwan, Z., Jones, P., & Holgate, P. (2023). Assessing the impact of overcoming BIM implementation barriers on BIM usage frequency and circular economy in the project lifecycle using PLS-SEM analysis. *Energy and Buildings*, 295, 113329. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113329>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: Complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652–661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Fitri, F., Kurniawan, E., Ulandari, A. H. T., & Febrian, M. T. (2025). *Climate-resilient infrastructure planning strategies: A literature review from a civil engineering perspective*. *SIVILTEK Journal*.

- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2022). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-07413-8>
- Kustova, I., Hudenko, J., & Lace, N. (2024). A systematic review of sustainability criteria in infrastructure development. *Sustainability*, 16(11), 4564. <https://doi.org/10.3390/su16114564>
- Plamonia, N., Junizal, F., Irawanto, R., Prasadha, I. N. T., & Firdaus, Y. (2024). Sustainability perspectives on the use of nature materials for urban areas infrastructure. *Jurnal Teknik Sipil*, 31(3), 241–248. <https://doi.org/10.5614/jts.2024.31.3.1>
- Putra, A., & Puri, E. (2024). Kajian implementasi standar protokol BIM Kementerian PUPR 2020 studi kasus proyek pembangunan gedung Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 31(1). <https://doi.org/10.5614/jts.2024.31.1.7>
- Siregar, I. S. Z., Simanjuntak, P., & Purnomo, C. C. (2024). The effect of Building Information Modelling (BIM) method implementation on the effectiveness of building construction implementation management in the construction industry. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 13(2), 113–124. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v13i2.44243>
- Taherdoost, H. (2022). What are different research approaches? Comprehensive review of qualitative, quantitative, and mixed method research, their applications, types, and limitations. *Journal of Management Science and Engineering Research*, 5(1), 53–63.
- Turbaningsih, O., Mutaharah, U., & Saputra, P. (2022). The study of potential application of modular construction in the development of Indonesia's new capital city. *Jurnal Teknik Sipil*, 29(3). <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.3.1>
- Zeng, N., Liu, Y., Gong, P., Hertogh, M., & König, M. (2021). Do right PLS and do PLS right: A critical review of the application of PLS-SEM in construction management research. *Frontiers of Engineering Management*, 8(3), 356–369. <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0153-5>