



Literature Review: Pemanfaatan Building Information Modeling (BIM) dalam Konstruksi sebagai Alat Komunikasi dan Kolaborasi dalam Integrated Project Delivery (IPD)

Firman Parama Yudha^{1*}, Ahmad Saifudin Mutaqi²

¹⁻² Pendidikan Profesi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia, Indonesia

*Email : 24515022@students.uii.ac.id¹, ahmadsaifudin@uii.ac.id²

Abstract. Building Information Modeling (BIM) is a technology increasingly used in the modern construction industry, particularly to improve communication efficiency and collaboration between stakeholders. This technology enables the integration of project data and information into a comprehensive digital model, allowing all involved parties to access, verify, and update information in real time. This study aims to evaluate the strategic role of BIM as a communication medium in the Integrated Project Delivery (IPD) approach, focusing on the planning stage involving the disciplines of architecture, structure, and Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) systems. The IPD approach emphasizes cross-disciplinary collaboration from the early stages of a project to optimize outcomes, reduce risks, and accelerate completion. The research methods used are literature review and case study analysis of various projects that have implemented BIM within the IPD framework. The data analyzed include the effectiveness of information exchange, inter-team coordination, and early identification of design conflicts. The study results show that BIM significantly improves information transparency among stakeholders, minimizes the risk of miscommunication, and accelerates the decision-making process through accurate and integrated data visualization. BIM models also facilitate the detection of potential conflicts, such as clashes between structural and MEP elements, before entering the physical construction phase, thereby reducing repair costs and delays. Furthermore, the use of BIM in IPD fosters a more collaborative work culture, where architects, engineers, and contractors can work together to solve problems quickly and effectively. Thus, BIM has proven to play a crucial role as a primary communication tool in IPD implementation, while also serving as a crucial foundation for achieving efficient, integrated, and high-quality construction project management.

Keywords: Building Information Modeling, Construction, Integrated Project Delivery, Project Communication, Team Collaboration

Abstrak. Building Information Modelling (BIM) merupakan teknologi yang semakin luas digunakan dalam industri konstruksi modern, khususnya untuk meningkatkan efisiensi komunikasi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Teknologi ini memungkinkan integrasi data dan informasi proyek ke dalam model digital yang komprehensif, sehingga semua pihak yang terlibat dapat mengakses, memverifikasi, dan memperbarui informasi secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran strategis BIM sebagai media komunikasi dalam pendekatan Integrated Project Delivery (IPD), dengan fokus pada tahap perencanaan yang melibatkan disiplin arsitektur, struktur, serta sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP). Pendekatan IPD menekankan kolaborasi lintas disiplin sejak tahap awal proyek guna mengoptimalkan hasil, mengurangi risiko, dan mempercepat penyelesaian. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan analisis studi kasus dari berbagai proyek yang telah menerapkan BIM dalam kerangka IPD. Data yang dianalisis meliputi efektivitas pertukaran informasi, koordinasi antartim, dan identifikasi konflik desain sejak dini. Hasil studi menunjukkan bahwa BIM secara signifikan meningkatkan transparansi informasi antar pemangku kepentingan, meminimalkan risiko miskomunikasi, serta mempercepat proses pengambilan keputusan melalui visualisasi data yang akurat dan terintegrasi. Model BIM juga memfasilitasi deteksi potensi konflik, seperti benturan antar elemen struktur dan MEP, sebelum memasuki tahap konstruksi fisik, sehingga mengurangi biaya perbaikan dan penundaan. Selain itu, penggunaan BIM dalam IPD mendorong budaya kerja yang lebih kolaboratif, di mana arsitek, insinyur, dan kontraktor dapat bersama-sama menyelesaikan masalah secara cepat dan efektif. Dengan demikian, BIM terbukti memainkan peran krusial sebagai alat komunikasi utama dalam penerapan IPD, sekaligus menjadi fondasi penting untuk mewujudkan manajemen proyek konstruksi yang efisien, terintegrasi, dan berkualitas tinggi.

Kata Kunci: Building Information Modelling, Integrated Project Delivery, Kolaborasi Tim, Komunikasi Proyek, Konstruksi

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi digital telah menjadi elemen fundamental dalam mendorong transformasi industri konstruksi global. Teknologi ini tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat bantu tambahan, melainkan telah menjadi komponen utama yang menentukan efektivitas dan efisiensi dalam seluruh tahapan pelaksanaan proyek mulai dari perencanaan, desain, pelaksanaan konstruksi, hingga pengawasan dan pengelolaan pasca pembangunan (Purwanto, 2024). Penerapan teknologi digital secara masif di berbagai negara terbukti mampu mempercepat proses Pembangunan infrastruktur, meningkatkan produktivitas tenaga kerja, serta mengurangi kesalahan dan konflik teknis di lapangan, yang sering kali menjadi penyebab keterlambatan atau pembengkakan biaya proyek (Manullang & Rini, 2025). Di Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menegaskan bahwa salah satu contoh nyata dari pemanfaatan teknologi digital yang memberikan dampak signifikan adalah penggunaan Building Information Modelling (BIM) dalam berbagai proyek konstruksi nasional (Kementerian PUPR, 2018).

Menurut (Ozorhon & Karahan, 2016) dalam publikasinya yang membahas faktor-faktor kunci keberhasilan implementasi BIM, Building Information Modelling didefinisikan sebagai suatu representasi digital yang terintegrasi dari proses konstruksi. BIM mencakup pembuatan model tiga dimensi (3D) yang tidak hanya berfungsi sebagai representasi visual, tetapi juga sebagai media komunikasi, koordinasi, dan pengambilan keputusan di antara seluruh pemangku kepentingan proyek (Aziz et al., 2022). BIM mempertemukan berbagai disiplin ilmu dalam satu sistem kerja yang saling terhubung, seperti arsitektur, struktur, dan MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing), yang sebelumnya sering bekerja secara terpisah. Dengan demikian, BIM mampu meminimalkan miskomunikasi dan meningkatkan keterpaduan kerja antar tim dalam proyek konstruksi.

Keunggulan lain yang signifikan dari BIM adalah kemampuannya untuk mengurangi risiko kesalahan dalam desain, mengeliminasi ketidakpastian pada tahap pelaksanaan, dan meningkatkan keselamatan kerja (Alrizqi & Fazri, 2023; Hartono et al., 2024). Hal ini dimungkinkan karena BIM menawarkan visualisasi virtual dari seluruh proses konstruksi secara menyeluruh sebelum aktivitas fisik dimulai (Sangadji et al., 2019). Melalui simulasi ini, tim proyek dapat mengidentifikasi lebih awal potensi konflik antar elemen bangunan seperti benturan antar jaringan struktur dan utilitas dan segera merumuskan solusi teknis, sehingga dapat menghindari dampak negatif terhadap progres pelaksanaan di lapangan (Antoni et al., 2023).

Salah satu fitur paling esensial dari BIM adalah kemampuannya dalam mempercepat dan menyederhanakan proses pertukaran informasi antar seluruh pemangku kepentingan proyek. Dengan sistem berbasis digital yang terintegrasi, setiap pihak memiliki akses terhadap data proyek yang sama, secara real-time dan dengan tingkat akurasi yang tinggi (Sangadji et al., 2019). Hal ini mendukung penciptaan lingkungan kerja kolaboratif yang transparan, sehingga pengambilan keputusan teknis dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran. Sejalan dengan hal tersebut, Eastman et al. (2011) dalam *BIM Handbook* menyebutkan bahwa BIM memberikan dampak transformasional yang nyata di lapangan, khususnya dalam hal memperkuat alur koordinasi dan pertukaran model desain 3D lintas disiplin. Hasilnya, seluruh proses kerja menjadi lebih terstruktur, efisien, dan mampu menyesuaikan diri dengan kompleksitas proyek konstruksi modern.

Berdasarkan pertimbangan berbagai manfaat tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan BIM sebagai bagian dari transformasi digital dalam proyek konstruksi bukan lagi pilihan, tetapi kebutuhan strategis. Implementasi BIM tidak hanya mendorong efisiensi proses kerja, tetapi juga menjadi landasan utama dalam pengembangan sistem kolaborasi dan integrasi kerja di masa depan, khususnya ketika dikombinasikan dengan pendekatan manajerial seperti *Integrated Project Delivery* (IPD).

2. KAJIAN TEORITIS

Building Information Modelling (BIM) sebagai media kolaborasi

Seiring dengan perkembangan teknologi digital di sektor konstruksi global, Indonesia juga mulai menerapkan pendekatan teknologi yang lebih modern dan terintegrasi dalam proses pembangunan. Salah satu upaya konkret yang dilakukan oleh pemerintah adalah dengan mewajibkan penggunaan Building Information Modeling (BIM) dalam proyek pembangunan gedung pemerintah, sebagaimana tertuang dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 22/PRT/M/2018. Dalam peraturan ini dinyatakan bahwa seluruh proyek gedung pemerintah yang memiliki luas bangunan lebih dari 2.000 meter persegi dan memiliki minimal dua lantai wajib menggunakan BIM sebagai bagian dari proses perencanaannya (Kementerian PUPR, 2018). Ketentuan ini menunjukkan bahwa pemerintah Indonesia mulai mengadopsi pendekatan berbasis teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam industri konstruksi nasional. BIM sendiri merupakan sebuah proses digitalisasi dalam proyek konstruksi yang tidak hanya terbatas pada pembuatan model tiga dimensi (3D), tetapi juga mencakup pengelolaan informasi menyeluruh yang digunakan oleh berbagai pihak dalam suatu proyek mulai dari arsitek, insinyur,

kontraktor, hingga pemilik bangunan (Hatmoko et al., 2019, 2019; Putera, 2022). Melalui sistem ini, berbagai disiplin ilmu yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat berkolaborasi secara efektif dan efisien. Hal ini menghasilkan proses pertukaran informasi yang lebih terbuka dan cepat antara pemangku kepentingan, serta mampu mengurangi risiko kesalahan desain, mencegah pekerjaan berulang, dan mempercepat pengambilan keputusan dalam tahap-tahap penting proyek (Cinthia Ayu Berlian P & Randy Putranto Adhi, 2016, 2016; Eastman et al., 2011, 2011; Wang & Chen, 2023)

Implementasi BIM di Indonesia juga mulai diperluas ke sektor swasta, terutama pada proyek-proyek berskala besar. Penggunaan BIM pada tahap desain memberikan keuntungan besar dalam hal penyesuaian desain dengan kebutuhan klien, pemilihan spesifikasi teknis yang lebih akurat, serta evaluasi kondisi eksisting lokasi proyek. Selama pelaksanaan konstruksi, BIM juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data, seperti estimasi kuantitas material, pemantauan jadwal, serta pengendalian biaya proyek (Wibowo et al., 2022).

Selain pada tahap desain dan konstruksi, BIM memiliki peran penting dalam tahap operasional dan pemeliharaan aset. Data dan informasi yang tersimpan dalam sistem BIM dapat digunakan kembali dalam pengelolaan fasilitas bangunan, baik oleh manajemen gedung maupun pemilik aset. Dengan demikian, siklus hidup bangunan menjadi lebih terdokumentasi dan terkontrol dari awal hingga akhir masa operasionalnya (Antoni et al., 2023).

Secara konseptual, istilah “building” dalam BIM tidak hanya merujuk pada “bangunan” secara fisik, tetapi juga mencerminkan proses “membangun” dalam arti luas. Oleh karena itu, penerapan BIM dapat meliputi proyek-proyek lingkungan binaan lainnya seperti jalan, jembatan, jaringan utilitas, saluran irigasi, hingga taman kota. Informasi dalam sistem BIM bersifat terstruktur dan terintegrasi, mencakup elemen grafis dan non-grafis yang menjadi dasar pengambilan keputusan sepanjang siklus proyek (Putera, 2022).

Kesimpulannya, BIM bukan hanya alat visualisasi teknis, melainkan sebuah metodologi kolaboratif berbasis teknologi digital yang dapat mentransformasi pendekatan desain, pembangunan, dan pengelolaan proyek di Indonesia. Oleh karena itu, dibutuhkan kesiapan sumber daya manusia, perumusan standar operasional, serta dorongan regulasi untuk memperkuat penerapan BIM secara menyeluruh di industri konstruksi nasional (Wibowo et al., 2022) (Kementerian PUPR, 2018)

Integrated Project Delivery (IPD)

IPD merupakan sebuah pendekatan inovatif dalam sistem penyampaian proyek konstruksi yang kini telah mendapatkan perhatian luas dari kalangan profesional industri arsitektur, rekayasa, dan konstruksi (AEC). IPD tidak hanya menghadirkan cara kerja baru

dalam mengelola proyek, namun juga memperkenalkan filosofi kolaborasi yang mendalam antar pemangku kepentingan proyek (Rahim et al., 2016). Menurut definisi yang diberikan oleh American Institute of Architects (AIA), IPD adalah metode penyampaian proyek yang secara sistematis menyatukan individu, kerangka kerja operasional, serta struktur bisnis dalam satu sistem yang terpadu dan saling terhubung (Mentari & Mutaqi, 2024). Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk menciptakan kolaborasi menyeluruh, dengan memaksimalkan kontribusi dan keterlibatan semua pihak secara simultan sejak fase awal proyek. Hal ini dilakukan untuk mencapai hasil proyek yang lebih baik secara keseluruhan, meminimalkan biaya konstruksi, serta mengoptimalkan efektivitas dan efisiensi di seluruh tahapan, mulai dari konsepsi dan perencanaan awal, pengembangan desain yang bersifat kreatif, hingga pada tahap realisasi fisik proyek yang kompleks (Raisbeck, 2010; The American Institute of Architects, 2014).

The American Institute of Architects (2014) juga mengidentifikasi sejumlah karakteristik mendasar dari sistem IPD yang membedakannya secara signifikan dari metode penyampaian proyek konvensional seperti design-bid-build atau design and build. Karakteristik-karakteristik utama tersebut antara lain:

- Kolaborasi tingkat tinggi yang dilakukan secara menyeluruh sejak tahap perencanaan awal, pelaksanaan konstruksi, hingga proses akhir serah terima proyek, yang memastikan kesinambungan komunikasi antar semua pihak yang terlibat.
- Keterlibatan aktif semua pemangku kepentingan sejak awal proyek, termasuk pemilik, arsitek, insinyur, kontraktor, dan konsultan lainnya, dengan prinsip penggunaan keahlian masing-masing secara adil dan proporsional.
- Transparansi dan keterbukaan informasi antar pihak yang terlibat dalam proyek, yang membangun tingkat kepercayaan dan pemahaman yang lebih baik dalam proses pengambilan keputusan.
- Keberhasilan proyek diukur melalui keberhasilan tim secara kolektif, dengan prinsip pembagian risiko dan manfaat secara adil berdasarkan kontribusi dan tanggung jawab masing-masing pihak.
- Pendekatan pengambilan keputusan berbasis nilai (value-based decision making), yang tidak hanya berorientasi pada efisiensi biaya, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan, kualitas, dan nilai jangka panjang proyek.
- Pemanfaatan teknologi dan keahlian teknis secara optimal, yang didukung oleh integrasi teknologi digital seperti BIM untuk meningkatkan kecepatan, ketepatan, dan kualitas proses pengambilan keputusan.

Seiring dengan meningkatnya kompleksitas dan skala proyek konstruksi di era modern, kebutuhan akan sistem kerja yang kolaboratif dan efisien semakin mendesak. Dalam konteks ini, IPD semakin sering diintegrasikan dengan teknologi Building Information Modeling (BIM) sebagai alat bantu visualisasi, koordinasi, dan komunikasi antar pemangku kepentingan. Kombinasi antara IPD dan BIM tidak hanya mendukung terjadinya kolaborasi sejak tahap awal proyek, tetapi juga mendorong terciptanya sistem manajemen proyek yang lebih terbuka, inklusif, dan berorientasi pada hasil (Karasu et al., 2023; Mohamed Salleh et al., 2019). BIM dan IPD memungkinkan adanya pengelolaan keuangan proyek yang transparan, mekanisme pembagian risiko dan manfaat yang seimbang, serta pengambilan keputusan bersama yang difasilitasi melalui kontrak kolaboratif multipihak (Dalui et al., 2021; Rashidian et al., 2024).

Penerapan IPD dan BIM secara bersamaan telah menunjukkan perkembangan signifikan di berbagai negara maju. Inggris (United Kingdom) menggunakan sistem IPD dan teknologi BIM yang telah diintegrasikan ke dalam praktik konstruksi nasional dan telah menjadi standar dalam pelaksanaan proyek infrastruktur selama beberapa dekade terakhir (Piroozfar et al., 2019). Negara lain seperti Australia juga telah mengadopsi pendekatan IPD secara luas, terutama karena hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan efisiensi, koordinasi tim, serta kualitas luaran proyek (Kraatz & Hampson, 2013). Namun, meskipun IPD telah diterapkan dengan cukup kuat di beberapa wilayah, penerapan BIM dalam beberapa kasus belum sepenuhnya konsisten, sehingga manfaatnya belum bisa dimaksimalkan secara merata. Dalam konteks ini, bisa dikatakan bahwa potensi penuh dari integrasi IPD dan BIM belum sepenuhnya terealisasi di tingkat global, karena masih terdapat berbagai tantangan implementatif, baik dari sisi teknologi, kebijakan, maupun budaya organisasi (Dalui et al., 2021; Sepasgozar et al., 2016).

Dengan melihat berbagai praktik dan pengalaman internasional tersebut, penting bagi Indonesia untuk mengadopsi pendekatan IPD secara strategis dan menjadikannya kerangka kerja utama dalam proyek konstruksi, terutama proyek-proyek publik berskala besar. Jika IPD diimplementasikan secara bersamaan dengan BIM, maka industri konstruksi Indonesia akan memiliki peluang besar untuk meningkatkan transparansi, memperkuat kolaborasi lintas disiplin, dan mendorong efisiensi di seluruh siklus proyek, mulai dari tahap perencanaan hingga pemeliharaan aset bangunan pasca konstruksi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Studi Literatur (*Literature Review*) sebagai metode utama dalam mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis data yang relevan. Studi

literatur dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, memahami, dan menyintesis informasi dari berbagai sumber ilmiah yang telah terpublikasi sebelumnya, baik berupa jurnal, buku, laporan teknis, peraturan pemerintah, maupun dokumen digital terkait topik *Building Information Modeling* (BIM) dan *Integrated Project Delivery* (IPD).

Tujuan Studi Literatur

Tujuan utama dari studi ini adalah untuk:

- Mengidentifikasi tren dan perkembangan penerapan BIM dan IPD dalam industri konstruksi.
- Mengevaluasi kelebihan dan kekurangan pendekatan tersebut berdasarkan hasil penelitian terdahulu.
- Merumuskan rekomendasi strategi implementasi berdasarkan kesenjangan yang ditemukan dalam literatur.

Strategi Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari sumber-sumber akademik yang kredibel, termasuk:

- Jurnal ilmiah nasional dan internasional (misalnya: ITcon, Elsevier, ASCE, dan Google Scholar)
- Regulasi dan dokumen kebijakan (misalnya: Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018)
- Laporan penelitian, white paper, dan publikasi institusi terkait teknologi konstruksi

Kriteria inklusi meliputi:

- Literatur yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2013–2023)
- Fokus pada topik BIM, IPD, kolaborasi proyek, dan transformasi digital dalam konstruksi
- Mengandung data empiris, temuan, atau evaluasi implementasi

Teknik Analisis Data

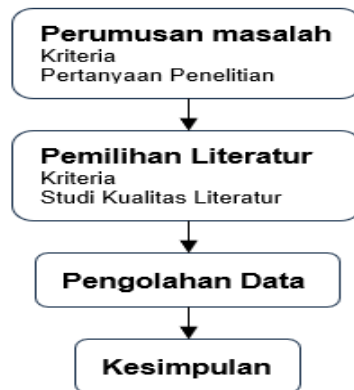
Analisis dilakukan dengan pendekatan Literature Review, yang terdiri dari beberapa tahapan:

- Identifikasi literatur berdasarkan kata kunci dan topik utama
- Seleksi artikel yang relevan dan memenuhi kriteria inklusi
- Evaluasi kualitas metodologis setiap literatur
- Sintesis tematik untuk mengelompokkan hasil-hasil penelitian ke dalam kategori temuan utama, tantangan, dan peluang

Proses ini memungkinkan peneliti untuk menemukan kesenjangan penelitian serta menyusun kerangka konseptual yang mendukung argumentasi penelitian secara lebih kuat.

Validitas dan Relevansi

Untuk menjaga validitas data, hanya sumber-sumber yang memiliki peer review dan reputasi akademik baik yang dijadikan acuan. Selain itu, peneliti membandingkan beberapa studi yang membahas konteks serupa di negara berkembang dan maju guna memastikan bahwa temuan dapat direfleksikan dalam konteks Indonesia.



Gambar 1. Diagram Skema Metode Penelitian

Sumber: Hasil Analisis

Pertanyaan Penelitian menentukan batasan lingkup penelitian menggunakan PICOC (*Popoulation/problem, Intervention, Comparison, Outcomes, Context*)

Tabel 1. Kriteria PICOC

<i>Population/Problem</i>	BIM dalam IPD
<i>Intervention</i>	Peran, Manfaat, Kolaborasi
<i>Comparison</i>	n/a
<i>Outcomes</i>	Penerapan BIM dalam IPD sebagai media Kolaborasi dan Komunikasi
<i>Context</i>	Studi literatur pada penggunaan BIM dalam IPD

Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel diatas kemudian ditarik beberapa pertanyaan mengenai pembahasan terhadap BIM dan IPD

Tabel 2. Pertanyaan dan Tujuan

RQ 1	Apa saja keuntungan dan keterbatasan penggunaan Building Information Modeling (BIM) jika dibandingkan dengan metode konstruksi tradisional dalam pelaksanaan proyek	Menganalisis kelebihan dan kekurangan BIM dibanding metode konvensional
RQ 2	Bagaimana penerapan BIM dalam proyek IPD	Melakukan evaluasi terhadap integrasi BIM dalam metode design and build pada pelaksanaan proyek konstruksi

RQ 3	Langkah-langkah apa yang disarankan agar implementasi BIM dalam proyek konstruksi dapat berjalan secara maksimal	Mengkaji pendekatan strategis dalam implementasi BIM untuk mendukung pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia
---------	--	---

Sumber: Hasil Analisis

Literatur dipilih untuk mendapat kriteria literatur yang sesuai untuk dibahas oleh penulis dengan syarat literatur tertentu dengan kriteria inklusi.

Tabel 3. Kriteria Pemilihan Literatur

Kriteria Literatur	Data Literatur 10 tahun terakhir (2015-2025)
	Data diperoleh melalui database Google Scholars
	Data yang digunakan mengenai BIM dan IPD
	Data yang digunakan mengenai BIM sebagai media kolaborasi dan komunikasi

Sumber: Hasil Analisis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. Literatur Terpilih

No.	Source	Purpose	Method	Main Result
1.	(Wibowo et al., 2022)	Mengevaluasi tingkat penerapan BIM pada berbagai proyek konstruksi di Indonesia serta mengidentifikasi hambatan dan peluang yang dihadapi industri konstruksi nasional dalam mengadopsi BIM.	Penelitian ini menggunakan pendekatan survei kuantitatif terhadap pelaku industri konstruksi dan wawancara mendalam dengan profesional yang terlibat langsung di proyek berbasis BIM.	Studi menemukan bahwa BIM secara nyata meningkatkan efisiensi koordinasi, transparansi data, dan mengurangi kesalahan desain pada proyek di Indonesia. Namun, penerapannya terhambat oleh keterbatasan sumber daya manusia, resistensi terhadap perubahan budaya kerja, serta kebutuhan investasi awal yang tinggi.
2.	(Karasu et al., 2023)	Mengkaji secara sistematis hubungan, manfaat, serta tantangan integrasi antara Integrated Project Delivery (IPD) dan BIM dalam proyek konstruksi melalui literatur internasional terbaru.	Penelitian menggunakan systematic literature review (SLR) dengan menyeleksi dan menganalisis publikasi akademik terindeks tahun 2010–2022, serta melakukan penelaahan tematik terhadap artikel yang relevan.	Integrasi antara IPD dan BIM memperkuat kolaborasi lintas pemangku kepentingan sejak awal proyek, meningkatkan efisiensi proses, mempercepat mitigasi risiko, dan memfasilitasi komunikasi terbuka berbasis data digital. Tantangan signifikan tetap ada di aspek standarisasi proses, integrasi digital, dan harmonisasi budaya kerja.

3.	(Putera, 2022)	Mengidentifikasi dan mensintesis manfaat penerapan BIM pada proyek-proyek konstruksi gedung berdasarkan rangkuman hasil studi pustaka terkini.	Literature review atas jurnal ilmiah, laporan proyek, dan standar industri terkait implementasi BIM di bangunan gedung.	BIM memberikan visualisasi yang lebih jelas, meningkatkan koordinasi tim, mengurangi perubahan desain mendadak (change order), serta meningkatkan efisiensi waktu dan biaya konstruksi dan mempermudah fase pemeliharaan pasca proyek.
4.	(Antoni et al., 2023)	Menganalisis dampak penggunaan BIM terhadap kinerja proyek konstruksi jalan tol, terfokus pada efisiensi waktu, biaya, dan mutu pelaksanaan.	Studi kasus dengan pendekatan kuantitatif menggunakan observasi lapangan, pengumpulan data proyek, dan wawancara dengan stakeholder utama guna mengevaluasi pengaruh BIM terhadap indikator kinerja proyek.	Implementasi BIM meningkatkan koordinasi antar tim dan pengelolaan proyek yang lebih baik, sehingga menurunkan keterlambatan dan pemborosan biaya dalam proyek jalan tol tersebut.
5.	(Dalui et al., 2021)	Mengkaji bagaimana BIM dan IPD diintegrasikan dalam sektor konsultasi konstruksi di Inggris, faktor kunci keberhasilan, dan hambatan yang ditemui.	Pendekatan kualitatif melalui studi literatur dan wawancara mendalam dengan praktisi di industri konsultasi konstruksi yang telah menerapkan BIM dan IPD.	BIM berperan penting dalam memperkuat kolaborasi dalam kerangka IPD dan meningkatkan efisiensi proyek. Tantangan utama adalah resistensi budaya dan masalah standarisasi, yang dapat diatasi dengan pelatihan dan dukungan manajemen.
6	(Berlian P. et al., 2016)	Membandingkan keefisienan waktu, biaya, dan sumber daya manusia antara penggunaan BIM dan metode konvensional dalam perencanaan gedung tinggi.	Studi kasus kuantitatif dengan analisis data dari proyek perencanaan gedung 20 lantai menggunakan kedua metode tersebut, dilanjutkan dengan pengolahan statistik untuk membandingkan hasil.	BIM secara signifikan mengurangi waktu dan biaya perencanaan serta memaksimalkan penggunaan sumber daya manusia dibandingkan metode konvensional, juga meningkatkan koordinasi.
7	(Mohamed Salleh et al.,	Menilai kecenderungan adopsi BIM dan IPD dalam proyek konstruksi	Survei kuantitatif berbasis kuesioner yang disebarkan ke praktisi	Ditemukan hubungan positif antara penggunaan BIM dan IPD yang meningkatkan kolaborasi dan

	2019)	dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi integrasi keduanya.	konstruksi, dengan analisis statistik korelasional untuk menguji hubungan antara penggunaan BIM dan IPD dan dampaknya pada kinerja proyek.	efektivitas manajemen proyek, tetapi adopsi penuh masih dipengaruhi oleh kesiapan organisasi dan budaya kerja.
8	(Piroozfar et al., 2019)	Mengkaji apakah dan bagaimana pendekatan Integrated Project Delivery (IPD) dapat memfasilitasi penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam industri konstruksi di Inggris.	Menggunakan pendekatan mixed methods dengan landasan ontologi relativis untuk mengumpulkan data persepsi para ahli dari industri konstruksi UK melalui survei dan wawancara mendalam. Analisis dilakukan terhadap hambatan implementasi BIM dan prinsip IPD berdasarkan literatur serta pengalaman praktisi.	IPD terbukti efektif membantu mengatasi hambatan kolaborasi, meningkatkan keterlibatan dini para pemangku kepentingan, dan menguatkan kepercayaan antar tim proyek yang pada akhirnya mempermudah implementasi BIM. Hambatan utama IPD yang harus diatasi adalah budaya organisasi, standarisasi, dan struktur kontrak yang kompleks. Jika diatasi, IPD dapat meningkatkan performa konstruksi dalam hal biaya, waktu, dan produktivitas melalui defragmentasi pemangku kepentingan dan prinsip kontraktual kolaboratif yang mendukung BIM.
9	(Sepasgozar et al., 2016)	Mengidentifikasi tantangan yang dihadapi industri konstruksi saat melakukan migrasi dari penggunaan BIM berbasis desktop ke sistem BIM kolaboratif yang lebih maju dan terintegrasi.	Studi kualitatif dengan metode wawancara, observasi, dan analisis dokumentasi pada berbagai proyek konstruksi yang beralih dari BIM desktop ke BIM berbasis cloud dan kolaboratif.	Terdapat berbagai tantangan teknis dan non-teknis, termasuk keterbatasan infrastruktur digital, resistensi terhadap perubahan budaya kerja, kurangnya standar interoperabilitas, serta masalah lisensi perangkat lunak. Migrasi ini memerlukan perencanaan matang, pelatihan intensif, serta dukungan manajemen yang kuat agar BIM dapat dioptimalkan sebagai media kolaborasi lintas disiplin.
10	(Rashidian et al., 2024)	Mengembangkan model kematangan terintegrasi yang menggabungkan	Penelitian merancang model teoretis berdasarkan studi	Model maturity terintegrasi ini dapat membantu organisasi mengidentifikasi area kekuatan dan

		BIM, IPD, dan Lean Construction untuk membantu organisasi meningkatkan kemampuan kolaborasi dan efisiensi proyek konstruksi.	literatur mendalam dan validasi empiris menggunakan metode Delphi dengan para ahli di bidang konstruksi dan BIM. Model ini mengukur kematangan implementasi dan sinergi ketiga konsep.	kelemahan dalam proses kolaborasi digital dan organisasi, memprioritaskan perbaikan, serta mendorong pengurangan pemborosan, percepatan waktu proyek, dan peningkatan kepuasan pemangku kepentingan. Namun, kendala seperti resistensi budaya, standar yang belum konsisten, dan fragmentasi proses masih menjadi hambatan utama.
11	(Wang & Chen, 2023)	Menelaah bagaimana integrasi BIM ke dalam proses manajemen proyek konstruksi sepanjang siklus hidup proyek dapat meningkatkan pengelolaan, komunikasi, dan koordinasi antar pemangku kepentingan.	Kajian kualitatif dan kuantitatif yang mengkombinasikan studi literatur dan studi kasus proyek konstruksi yang telah mengintegrasikan BIM dengan praktik manajemen proyek modern, dianalisis menggunakan framework siklus proyek.	Integrasi BIM dengan manajemen proyek memungkinkan digitalisasi proses pengendalian waktu, biaya, kualitas, dan komunikasi yang efektif antar tim. Hal ini secara signifikan meningkatkan efisiensi dan transparansi serta mempercepat pengambilan keputusan selama siklus hidup proyek. Penggunaan BIM sebagai media komunikasi terintegrasi juga menurunkan risiko kesalahan dan konflik data.
12	(Friastri & Setiawan, 2024)	Melakukan kajian literatur sistematis terkait peranan metode Building Information Modeling (BIM) dalam proyek Integrated Project Delivery (IPD), khususnya kaitannya dengan pencapaian triple constraint yakni mutu, biaya, dan waktu.	Penelitian menggunakan metode <i>Systematic Literature Review</i> (SLR) dengan pemilihan dan analisis literatur terpilih relevan dari 10 tahun terakhir. Analisis tematik dilakukan untuk memahami manfaat BIM dalam IPD dan dampaknya pada efisiensi dan efektivitas manajemen proyek.	Penggunaan BIM dalam proyek IPD secara signifikan meningkatkan efisiensi proses kerja dan dapat menghemat waktu hingga 50%, serta mengurangi biaya proyek secara efektif dibanding metode tradisional. Visualisasi 3D hingga 10D sangat membantu perencanaan dan pengelolaan risiko secara mendetail sepanjang siklus proyek, termasuk fase pemeliharaan. Melalui proses ini, BIM memfasilitasi kolaborasi intensif dan komunikasi yang lebih transparan antar disiplin yang menjadi kunci keberhasilan proyek-

				proyek kompleks berbasis IPD.
13	(Nguyen & Akhavian, 2019)	Mengevaluasi efektivitas dan sinergi antara tiga konsep modern dalam manajemen konstruksi, yaitu Integrated Project Delivery (IPD), Lean Construction (LC), dan Building Information Modeling (BIM), khususnya dalam kaitannya dengan peningkatan kinerja proyek terkait biaya dan jadwal.	Penelitian menggunakan pendekatan campuran kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari pengukuran kinerja proyek menggunakan indikator kinerja biaya dan jadwal (cost and schedule performance). Selain itu, dilakukan analisis kualitatif yang mendalam terhadap implementasi tiga konsep tersebut dalam proyek konstruksi. Pemodelan statistik juga digunakan untuk menilai tingkat sinergi antar konsep.	Integrasi IPD, Lean Construction, dan BIM secara sinergis meningkatkan kinerja proyek secara signifikan dibanding penggunaan metode tunggal. BIM berperan krusial sebagai media komunikasi dan kolaborasi lintas disiplin, mendukung koordinasi yang efisien, transparansi informasi, dan pengurangan kesalahan yang menyebabkan pemborosan waktu dan biaya. Penelitian ini menemukan bahwa kombinasi ketiga metode tersebut meningkatkan efektivitas kolaborasi dan komunikasi antar pemangku kepentingan, sehingga proyek dapat diselesaikan dengan performa biaya dan jadwal yang lebih baik. Sinergi ini mengurangi konflik, meningkatkan keterlibatan pemangku kepentingan sejak awal, dan menjamin pengambilan keputusan yang lebih tepat waktu serta berbasis data.
14	(Fanani & Setiawan, 2024)	Mengeksplorasi bagaimana penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam kerangka Integrated Project Delivery (IPD) dapat membantu menentukan kompensasi risiko dan keuntungan (risk/reward compensation), dengan fokus pada kolaborasi	Studi kasus yang memadukan analisis dokumen, wawancara, dan observasi pelaksanaan proyek Mosaic Centre. BIM digunakan sejak awal desain sebagai platform kolaborasi digital terpadu bagi pemilik, arsitek, kontraktor, dan subkontraktor. Model	Integrasi BIM dalam IPD mempercepat penyelesaian proyek sebesar 39% lebih cepat dari jadwal awal dan signifikan meningkatkan efisiensi biaya. BIM memfasilitasi komunikasi efektif, transparansi data, dan kolaborasi lintas disiplin yang kuat di seluruh siklus proyek. Model BIM yang terintegrasi mengurangi potensi miskomunikasi dan konflik desain sehingga mendukung pembagian risiko dan

		dan komunikasi di proyek Mosaic Centre.	3D Revit menjadi basis koordinasi dan komunikasi real-time antar tim.	keuntungan secara adil. Meski profit berakhir sedikit di bawah target, proyek ini sukses sebagai contoh implementasi BIM dan IPD yang mengoptimalkan kerja sama antar pemangku kepentingan.
15	(Khilda & Setiawan, 2024)	Menilai peran BIM sebagai platform utama untuk komunikasi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan sejak tahap perencanaan dalam Integrated Project Delivery (IPD) pada proyek konstruksi Cathedral Hill Hospital.	Studi kasus kualitatif dengan analisis dokumentasi proyek dan wawancara para profesional terlibat. BIM digunakan untuk menyediakan model digital terpadu yang mendukung koordinasi dan transparansi informasi antara pemilik, konsultan, dan kontraktor.	BIM sebagai media komunikasi dan kolaborasi meningkatkan transparansi data dan integrasi informasi yang mempercepat pengambilan keputusan dan meminimalkan pekerjaan ulang (rework). BIM memungkinkan koordinasi simultan antar disiplin sehingga memperkuat kerja tim, mengurangi miskomunikasi, dan mengoptimalkan penyelesaian proyek. Pendekatan BIM-IPD ini mendukung efisiensi proyek dengan komunikasi terbuka dan saling percaya antara stakeholder sejak tahap awal.
16	(Shyng, 2024)	Mengembangkan model manajemen kolaboratif berbasis BIM dan IPD untuk proyek-proyek konstruksi khususnya dalam skema public-private partnership (PPP).	Analisis kasus dan simulasi model IPD kolaboratif menggunakan platform BIM, yang dibagi menjadi sembilan fase siklus proyek dari perencanaan hingga operasi.	Model IPD berbasis BIM meningkatkan komunikasi, memperjelas peran dan tanggung jawab, serta memungkinkan kontrol risiko dan pencapaian target kinerja secara efisien di setiap tahapan proyek. Integrasi ini terbukti mengurangi asimetri informasi dan meningkatkan pengawasan serta koordinasi seluruh pemangku kepentingan.

Sumber: Hasil Analisis

Pembahasan

Berdasarkan telaah mendalam dari 16 literatur yang diterbitkan dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir, penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam kerangka Integrated Project Delivery (IPD) terbukti memiliki peranan sentral dalam transformasi industri konstruksi modern. BIM tidak lagi sekadar menjadi alat visualisasi tiga dimensi, melainkan

berfungsi sebagai platform komunikasi dan kolaborasi digital yang mengintegrasikan berbagai pemangku kepentingan dengan cara yang lebih sinergis (Dalui et al., 2021; Putera, 2022; Wibowo et al., 2022). Jika dibandingkan dengan metode konvensional yang masih bergantung pada dokumentasi fisik dan komunikasi manual antar disiplin, BIM menghadirkan keuntungan signifikan dalam menyediakan data terpadu yang dapat diakses secara bersama secara real-time oleh arsitek, insinyur, kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek. Pendekatan ini menyembuhkan masalah fragmentasi informasi, yang selama ini kerap menjadi sumber miskomunikasi, pengulangan kerja, dan pengambilan keputusan yang terlambat (Dalui et al., 2021; Putera, 2022; Wibowo et al., 2022).

Integrasi BIM dalam kerangka IPD memperkuat proses kolaborasi yang non-hierarkis dan inklusif. Model kerja ini tidak hanya memungkinkan pertukaran informasi yang lebih efektif, tetapi juga memperjelas peran dan tanggung jawab setiap pemangku kepentingan sejak tahap desain awal, sehingga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas proyek secara menyeluruh (Antoni et al., 2023; Karasu et al., 2023). Pendekatan ini juga memungkinkan digitalisasi pengelolaan waktu, biaya, dan mutu yang lebih responsif terhadap perubahan kondisi di lapangan (Wang & Chen, 2023).

Salah satu keunggulan BIM yang sangat krusial adalah kemampuannya dalam mendeteksi benturan desain (clash detection) secara otomatis. Fasilitas ini mampu mempercepat identifikasi potensi konflik antar elemen struktural, arsitektural, dan MEP, sehingga dapat menghindarkan dari pengerjaan ulang dan pembengkakan biaya selama konstruksi (Antoni et al., 2023) (Wibowo et al., 2022). Fitur ini menjadi sangat relevan dalam proyek berorientasi IPD, di mana kolaborasi intensif dan pengambilan keputusan cepat sangat diperlukan.

Namun, berbagai tantangan signifikan masih menghambat implementasi BIM dan IPD, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Hambatan utama termasuk terbatasnya tenaga ahli yang kompeten, resistensi budaya kerja tradisional, dan kebutuhan investasi tinggi untuk infrastruktur digital dan pelatihan (Putera, 2022; Sepasgozar et al., 2016). Selain itu, masalah standarisasi proses, interoperabilitas perangkat lunak, serta regulasi dan kontrak yang kompleks turut menjadi penghalang optimalisasi integrasi ini (Karasu et al., 2023; Piroozfar et al., 2019).

Penelitian juga mengidentifikasi bahwa faktor kepemimpinan proyek sangat menentukan keberhasilan implementasi BIM dalam IPD. Pemilik proyek yang aktif memfasilitasi integrasi multidisiplin, mendorong keterbukaan data, dan komunikasi yang transparan berpotensi besar menghasilkan efisiensi waktu, pengurangan biaya, dan

peningkatan mutu proyek secara komprehensif (Fanani & Setiawan, 2024) KHILDA (Karasu et al., 2023).

Lebih jauh, sinergi antara BIM, IPD, dan konsep Lean Construction yang dijelaskan oleh Nguyen & Akhavian (2019) memperkuat efisiensi dan kinerja proyek melalui kolaborasi intensif dan pengurangan pemborosan sumber daya. BIM sebagai pusat komunikasi dan koordinasi lintas disiplin adalah elemen kunci yang memungkinkan tercapainya kinerja triple constraint yang optimal (waktu, biaya, mutu) dalam proyek-proyek yang kompleks dan skala besar (Antoni et al., 2023; Nguyen & Akhavian, 2019).

Peningkatan kesiapan teknologi digital seperti kapasitas komputasi yang lebih tinggi, penyimpanan data yang besar, dan jaringan internet berkecepatan tinggi menjadi pendukung utama kelancaran penerapan BIM dan IPD (Dalui et al., 2021). Adopsi model kematangan terintegrasi antara BIM, IPD, dan Lean Construction yang dikembangkan Rashidian et al. (2024) juga menunjukkan adanya arahan strategis bagi organisasi untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi dan efisiensi kerja digital.

Secara keseluruhan, integrasi BIM dalam rangka IPD membuka peluang bagi proyek konstruksi untuk beroperasi secara transparan, kolaboratif, adaptif, dan berorientasi hasil. BIM harus dipandang bukan sekadar software, melainkan sebuah platform strategis yang mampu menghubungkan kompleksitas teknis dan sosial di seluruh siklus hidup proyek, sehingga meningkatkan produktivitas serta kepuasan pemangku kepentingan (Antoni et al., 2023; Dalui et al., 2021; Nguyen & Akhavian, 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian terhadap 16 literatur terpilih dalam dekade terakhir, dapat disimpulkan bahwa penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam konteks Integrated Project Delivery (IPD) memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan praktik manajemen proyek konstruksi modern. BIM berfungsi tidak hanya sebagai alat visualisasi desain, tetapi jauh lebih penting sebagai platform kolaborasi digital yang memungkinkan integrasi informasi secara terpadu dan real-time di antara pemangku kepentingan. Integrasi BIM dalam skema IPD berhasil mengoptimalkan komunikasi, memperjelas peran, serta meningkatkan transparansi dan akuntabilitas selama siklus hidup proyek.

Keunggulan utama BIM, seperti deteksi konflik desain otomatis, mendukung identifikasi dan mitigasi risiko yang dapat menyebabkan pengerjaan ulang dan pembengkakan biaya. Namun demikian, masih terdapat berbagai tantangan mendasar, khususnya terkait kesiapan sumber daya manusia, perubahan budaya kerja, serta kebutuhan investasi teknologi

yang memadai. Keberhasilan implementasi BIM dalam IPD sangat bergantung pada kepemimpinan proyek yang mampu membangun budaya kolaborasi yang terbuka dan partisipatif sejak tahap awal.

Secara menyeluruh, dengan pemanfaatan BIM yang efektif dalam kerangka IPD, proyek konstruksi menjadi lebih adaptif, efisien, dan berorientasi hasil, mampu mewujudkan target waktu, biaya, dan mutu secara optimal. Oleh karena itu, BIM merupakan fondasi strategis yang menjembatani kompleksitas teknis dan sosial dalam manajemen proyek konstruksi berskala besar dan kompleks.

Saran

- **Peningkatan Kapasitas SDM**

Pelaku industri konstruksi perlu fokus pada pengembangan kapasitas sumber daya manusia yang menguasai teknologi BIM dan prinsip kolaborasi IPD. Program pelatihan intensif dan sertifikasi kompetensi harus didorong secara sistematis untuk menjawab kebutuhan keahlian digital.

- **Penguatan Kepemimpinan dan Budaya Kerja Kolaboratif**

Kepemimpinan proyek harus menginisiasi budaya kerja yang mendukung keterbukaan, transparansi, dan komunikasi lintas disiplin sejak tahap perencanaan. Hal ini termasuk mendorong partisipasi aktif seluruh pemangku kepentingan dalam platform BIM-IPD untuk menghindari kesalahan koordinasi dan meningkatkan efisiensi.

- **Investasi Infrastruktur Teknologi**

Organisasi konstruksi di negara berkembang, khususnya Indonesia, disarankan memperkuat infrastruktur digital seperti perangkat keras, perangkat lunak terbaru, dan jaringan komunikasi yang memadai agar BIM dan IPD dapat berjalan optimal tanpa hambatan teknis.

- **Standarisasi dan Regulasi Pendukung**

Pemerintah dan asosiasi profesi perlu mengembangkan standar nasional yang mengatur interoperabilitas, proses kerja, dan model kontrak yang mendukung implementasi BIM dan IPD. Regulasi yang jelas akan mempermudah adopsi teknologi sekaligus mengurangi risiko konflik hukum dan proses.

- **Pemanfaatan Model Maturity Terintegrasi**

Organisasi dapat mengadopsi model kematangan terintegrasi yang menggabungkan BIM, IPD, dan Lean Construction seperti yang dikembangkan oleh Rashidian et al. (2024) untuk mengukur kesiapan dan meningkatkan sinergi kolaborasi digital, sehingga mendukung efisiensi proyek secara keseluruhan.

- Riset dan Pengembangan Berkelanjutan

Diperlukan penelitian lanjutan yang fokus pada adaptasi BIM dan IPD dalam konteks lokal dan skala proyek yang beragam, untuk menghasilkan best practice yang kontekstual dan inovatif, serta menyesuaikan perkembangan teknologi dan dinamika industri konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan jurnal ini. Terutama kepada para peneliti terdahulu yang karya ilmiahnya menjadi referensi penting dalam proses kajian dan analisis literatur. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, rekan sejawat, dan institusi akademik yang telah memberikan masukan berharga serta fasilitas yang menunjang kelancaran penelitian ini.

Semoga jurnal ini dapat memberikan kontribusi ilmiah yang bermanfaat dalam pengembangan pengetahuan terkait penerapan Building Information Modeling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) dalam industri konstruksi di Indonesia. Penulis menyadari bahwa masih terdapat keterbatasan dalam kajian ini, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

DAFTAR REFERENSI

- Alrizqi, M. R., & Fazri, I. (2023). Keuntungan, batasan, dan tantangan penggunaan building information modeling dalam proses pembelajaran. *ARCHVISUAL: Jurnal Arsitektur dan Perkotaan*, 3(1). <https://doi.org/10.55300/archvisual.v3i1.1712>
- Antoni, F., Despa, D., & Widyawati, D. R. (2023). Peran implementasi building information modelling (BIM) terhadap kinerja proyek Jalan Tol Kayuagung–Palembang–Betung tahap II STA 67+400–75+000. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*. <https://doi.org/10.23960/snip.v3i1.403>
- Aziz, M. A., Wong, C. F., Haron, N. A., Ales, A. H., Effendi, R. A. A. R. A., & Tan, O. K. (2022). Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation for power plant projects in Malaysia. *IIUM Engineering Journal*, 23(1), 34–45. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v23i1.2119>
- Berlian, C. A., & Adhi, R. P. (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 S1 Undip*, 5(2). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Berlian, C. A., 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 S1 Undip*, 5(2), 220–229.

- Dalui, P., Elghaish, F., Brooks, T., & McIlwaine, S. (2021). Integrated project delivery with BIM: A methodical approach within the UK consulting sector. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 922–935. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.049>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, architects, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Fanani, M. R., & Setiawan, A. (2024). Implementasi BIM dalam integrated project delivery untuk menentukan kompensasi risk/reward (Studi kasus: Mosaic Centre, Kanada). *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 13(4), 207–216. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v13i4.415>
- Friastri, S., & Setiawan, A. (2024). Systematic literature review: Peranan metode BIM dalam integrated project delivery (IPD) untuk mencapai triple constraint. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 7(1), 39–46. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v7i1.3182>
- Hartono, W., Handayani, D., & Prasetya, N. (2024). Variabel berpengaruh dalam implementasi building information modeling (BIM) dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) untuk meminimalisasi kecelakaan kerja pada tahap perencanaan proyek konstruksi. *Matriks Teknik Sipil*, 11(3), 270. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v11i3.76638>
- Hatmoko, J. U. D., Fundra, Y., Wibowo, M. A., & Zhabrinna. (2019). Investigating building information modelling (BIM) adoption in Indonesia construction industry. *MATEC Web of Conferences*, 258, 02006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201925802006>
- Karasu, T., Aaltonen, K., & Haapasalo, H. (2023). The interplay of IPD and BIM: A systematic literature review. *Construction Innovation*, 23(3), 640–664. <https://doi.org/10.1108/CI-07-2021-0134>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Prinsip dasar sistem teknologi BIM dan implementasinya di Indonesia*.
- Khilda, F. A., & Setiawan, A. (2024). Kolaborasi berbasis BIM dengan metode IPD studi kasus Cathedral Hill Hospital. *Jurnal Arsitektur GRID*, 6(2), 58–68.
- Kraatz, J. A., & Hampson, K. D. (2013). Brokering innovation to better leverage R&D investment. *Building Research & Information*, 41(2), 187–197. <https://doi.org/10.1080/09613218.2013.749771>
- Manullang, M., & Rini, R. (2025). Optimalisasi manajemen proyek konstruksi berbasis teknologi digital: Studi efisiensi biaya dan waktu pada pembangunan infrastruktur perkotaan. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 5(2), 113–125. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v5i2.1033>
- Mentari, D. S., & Mutaqi, A. S. (2024). Faktor komunikasi dan kolaborasi dalam integrated project delivery. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 7(1), 31–37. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v7i1.3165>
- Mohamed Salleh, R., Mustaffa, N. E., Abdul Rahiman, N., Tajul Ariffin, H. L., & Othman, N. (2019). The propensity of building information modelling and integrated project delivery in building construction project. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 6(1–2), 83–90. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n1-2.386>
- Nguyen, P., & Akhavian, R. (2019). Synergistic effect of integrated project delivery, lean construction, and building information modeling on project performance measures: A

- quantitative and qualitative analysis. *Advances in Civil Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1267048>
- Ozorhon, B., & Karahan, U. (2016). Critical success factors of building information modeling implementation. *Journal of Management in Engineering*, 33(3), 04016054. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000505](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000505)
- Piroozfar, P., Farr, E. R. P., Zadeh, A. H. M., Inacio, S. T., Kilgallon, S., & Jin, R. (2019). Facilitating building information modelling (BIM) using integrated project delivery (IPD): A UK perspective. *Journal of Building Engineering*, 26, 100907. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100907>
- Purwanto, L. M. F. (2024). Transformasi digital dalam arsitektur: Perpaduan inovasi teknologi dan kreativitas desain. *JoDA Journal of Digital Architecture*, 4(1), 1–2. <https://doi.org/10.24167/joda.v4i1.12779>
- Putera, I. G. A. (2022). Manfaat BIM dalam konstruksi gedung: Suatu kajian pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26, 43–50. <https://doi.org/10.24843/JITS.2022.v26.i01.p06>
- Rahim, S. A., Mohd Nawi, M. N., & Nifa, F. A. A. (2016). Integrated project delivery (IPD): A collaborative approach to improve the construction industry. *Advanced Science Letters*, 22(5–6), 1331–1335. <https://doi.org/10.1166/asl.2016.6764>
- Raisbeck, P. (2010). Assessing integrated project delivery: A comparative analysis of IPD and alliance contracting procurement routes. <https://www.researchgate.net/publication/265948536>
- Rashidian, S., Drogemuller, R., & Omrani, S. (2024). An integrated building information modelling, integrated project delivery and lean construction maturity model. *Architectural Engineering and Design Management*, 20(6), 1454–1470. <https://doi.org/10.1080/17452007.2024.2383718>
- Sangadji, S., Kristiawan, S. A., & Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian building information modeling (BIM) dalam desain bangunan gedung. *Matriks Teknik Sipil*, 7(4). <https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i4.38475>
- Sepasgozar, S. M. E., Costin, A., & Wang, C. (2016, July 21). Challenges of migrating from desktop-based BIM in construction. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*. <https://doi.org/10.22260/ISARC2016/0112>
- The American Institute of Architects. (2014). *Integrated project delivery: An updated working definition*. The American Institute of Architects.
- Wang, T., & Chen, H.-M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, 150, 104832. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>
- Wibowo, A., Adi, H. P., & Poedjiastoeti, H. (2022). Evaluasi penerapan building information modeling (BIM) pada proyek gedung Workshop Politeknik Pekerjaan Umum di Semarang. *Jurnal XYZ*, 7(5).