

## Perancangan Ruang Operasi Berbasis IPD dan BIM untuk Efisiensi Waktu dan Energi

Ririn Hidayat, Ariadi Susanto

Universitas Islam Indonesia

Email: 24515014@students.uii.ac.id, ariadi@uii.ac.id

---

### Abstrak

Perancangan ruang operasi rumah sakit memerlukan ketelitian tinggi karena harus memenuhi standar teknis, fungsional, dan lingkungan yang ketat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pendekatan Integrated Project Delivery (IPD) yang dikombinasikan dengan Building Information Modeling (BIM) dalam meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan dan pengelolaan energi ruang operasi. IPD mendorong kolaborasi lintas disiplin sejak tahap perencanaan, sedangkan BIM mendukung visualisasi desain, koordinasi teknis, dan deteksi benturan secara digital. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, analisis dokumen proyek, serta simulasi permodelan BIM pada kasus ruang operasi RS Dharma Husada Kediri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi IPD dan BIM dapat mempercepat proses pelaksanaan konstruksi, mengurangi potensi kesalahan, serta meningkatkan efisiensi sistem tata udara dan pencahayaan ruang operasi. Implikasi temuan penelitian ini merekomendasikan adopsi IPD-BIM sebagai standar dalam proyek fasilitas kesehatan untuk optimalisasi waktu, biaya, dan kinerja energi. Dengan demikian, penerapan IPD-BIM terbukti efektif dalam menciptakan ruang operasi yang unggul dalam aspek waktu, biaya, dan konsumsi energi.

**Kata kunci:** Ruang operasi, Integrated Project Delivery (IPD), Building Information Modeling (BIM), efisiensi waktu, efisiensi energi.

### Abstract

The design of hospital operating rooms requires high precision, as it must meet strict technical, functional, and environmental standards. This study aims to examine the effectiveness of the Integrated Project Delivery (IPD) approach combined with Building Information Modeling (BIM) in improving time efficiency and energy management in operating room construction. IPD promotes interdisciplinary collaboration from the early planning stages, while BIM supports design visualization, technical coordination, and digital clash detection. The methods used include literature review, project document analysis, and BIM-based simulation modeling on the case of the operating room at Dharma Husada Hospital, Kediri. The results show that the integration of IPD and BIM can accelerate the construction process, reduce potential errors, and improve the efficiency of air handling and lighting systems in the operating room. The implication of these findings recommends the adoption of IPD-BIM as a standard in healthcare facility projects for optimization of time, cost, and energy performance. Thus, the application of IPD-BIM proves effective in creating operating rooms that excel in terms of time, cost, and energy consumption.

**Keywords:** operating room, Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, time efficiency, energy efficiency

---

\*Correspondence Author: Ririn Hidayat  
Email: 24515014@students.uii.ac.id



## PENDAHULUAN

Pembangunan fasilitas kesehatan seperti rumah sakit memerlukan pendekatan perencanaan dan pelaksanaan yang cermat, mengingat kompleksitas fungsi ruang dan standar teknis yang tinggi, khususnya pada ruang operasi (Aprianto et al., 2020; Indrawati et al., 2022; Marlin et al., 2022). Ruang operasi merupakan salah satu elemen krusial dalam sistem pelayanan medis karena berhubungan langsung dengan keselamatan pasien dan efisiensi prosedur medis. Oleh karena itu, kualitas konstruksi, presisi detail, serta ketepatan waktu pelaksanaan menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan proyek pembangunan ruang operasi. Namun, dalam praktiknya, proyek konstruksi rumah sakit sering menghadapi berbagai

tantangan seperti keterlambatan waktu, kesalahan koordinasi antardisiplin, dan kualitas finishing yang tidak sesuai standar, khususnya dalam ruang-ruang dengan persyaratan teknis tinggi seperti ruang operasi. Untuk menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan pendekatan manajemen proyek yang mampu mendorong integrasi lintas sektor sejak tahap awal perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi.

Seiring berkembangnya teknologi informasi di bidang konstruksi, pendekatan Building Information Modeling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) menjadi inovasi yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembangunan ruang operasi. BIM merupakan suatu metode berbasis digital yang mampu menyajikan representasi visual dan informasi teknis bangunan secara menyeluruh, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi potensi kesalahan sejak awal serta mendukung koordinasi antar disiplin secara terpadu (Borrman et al., 2018; Lu et al., 2017; Volk et al., n.d., 2014). Sementara itu, IPD merupakan sistem kerja kolaboratif yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan proyek sejak tahap perencanaan, guna mencapai keselarasan tujuan serta mempercepat pengambilan keputusan di lapangan (Mesa et al., 2019; Sari et al., 2023; Viana et al., 2020). Integrated Project Delivery (IPD) merupakan pendekatan manajemen proyek yang mengintegrasikan seluruh pemangku kepentingan pemilik, arsitek, kontraktor, dan subkontraktor sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan proyek. IPD dirancang untuk meningkatkan transparansi, mengurangi konflik, serta mempercepat waktu penyelesaian dan efisiensi biaya (Zou et al., 2016). Studi Ashcraft et al. (2015) menunjukkan bahwa penerapan IPD mampu mempercepat proyek hingga 30% dan mengurangi biaya hingga 15% dibandingkan metode tradisional.

Meskipun sejumlah penelitian telah mengulas keunggulan IPD, masih terdapat kesenjangan dalam kajian komparatif berbasis data empiris terkait efisiensi waktu dan biaya dibandingkan metode konvensional (Sullivan, 2018; Zou et al., 2016). Minimnya data tersebut menjadi tantangan dalam pengambilan keputusan untuk adopsi IPD secara luas (Ashcraft et al., 2015). Studi lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi secara lebih mendalam efektivitas IPD pada berbagai jenis proyek, guna memperkuat dasar pertimbangan bagi para pemangku kepentingan (McKinsey & Company, 2017; Rahman & Santosa, 2020; Prasetyo & Purnama, 2021).

Integrasi antara IPD dan BIM diyakini mampu menjawab tantangan utama dalam pembangunan fasilitas kesehatan, khususnya dalam hal efisiensi waktu pelaksanaan dan pengelolaan energi. Efisiensi ini menjadi semakin penting mengingat ruang operasi harus memiliki sistem tata udara dan pencahayaan yang memenuhi standar sterilitas dan kenyamanan, namun tetap hemat energi dan mudah dikendalikan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan pendekatan IPD-BIM pada proyek pembangunan ruang operasi RS Dharma Husada Kediri. Melalui studi ini, diharapkan diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kontribusi IPD-BIM terhadap peningkatan kualitas dan efisiensi dalam pembangunan ruang operasi rumah sakit.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif yang berfokus pada kajian pustaka sebagai metode utama. Pendekatan ini bertujuan untuk mendalami isu terkait efektivitas waktu dan biaya dalam proyek konstruksi yang menerapkan metode Integrated Project Delivery (IPD). Alih-alih melakukan observasi langsung ke lapangan, studi ini mengandalkan analisis

mendalam terhadap berbagai sumber literatur yang relevan, baik berupa artikel ilmiah, laporan penelitian, maupun studi kasus proyek actual.

Dalam proses pengumpulan data, peneliti menelaah beberapa referensi yang membahas implementasi IPD, termasuk studi kasus pembangunan Rumah Sakit Dharma Husada Kediri. Literatur yang digunakan mencakup pembahasan mengenai kolaborasi pemangku kepentingan, penggunaan teknologi Building Information Modeling (BIM), serta teknik clash detection sebagai alat bantu evaluasi efisiensi desain dan perencanaan.

**Tabel 1. Artikel Rujukan Pertama**

<b>Topik</b>	<b>Building Information Modelling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD)</b>
<b>Judul</b>	integrasi antara Building Information Modelling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) sebagai strategi inovatif dalam meningkatkan kolaborasi, efisiensi,
<b>Peneliti</b>	Chinwennwo Phillips OHOCHUKU
<b>Metode</b>	Kualitatif

(Sumber: Chinwennwo Phillips 2024)

Peneliti melakukan kajian bahwa integrasi antara Building Information Modelling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) sebagai strategi inovatif dalam meningkatkan kolaborasi, efisiensi, dan keberlanjutan, BIM, atau Building Information Modelling, dipahami sebagai representasi digital menyeluruh dari sebuah bangunan. Tidak hanya menggambarkan bentuk geometris tiga dimensi (3D), BIM juga mencakup informasi teknis seperti material, sistem bangunan, jadwal kerja, serta data non-fisik seperti ruang dan zona. Dengan kemampuannya menyajikan data yang lengkap dan terintegrasi, BIM menjadi alat penting dalam mendukung pengambilan keputusan di sepanjang siklus hidup proyek mulai dari perencanaan awal hingga pemeliharaan pasca konstruksi. Sementara itu, IPD atau Integrated Project Delivery, merupakan metode pengiriman proyek yang menekankan kerja kolaboratif di antara semua pemangku kepentingan. Ketika BIM dan IPD diintegrasikan, sejumlah manfaat nyata dapat dirasakan dalam pelaksanaan proyek. Di antaranya adalah percepatan proses desain dan konstruksi, karena koordinasi antar tim menjadi lebih efisien. Selain itu, penggunaan BIM memungkinkan deteksi dini terhadap potensi konflik desain (clash detection), sehingga dapat menghindari kesalahan saat tahap konstruksi berlangsung. Estimasi biaya juga menjadi lebih akurat karena seluruh komponen bangunan dan volumenya telah terdefinisi secara digital. Lebih jauh, kombinasi BIM dan IPD berkontribusi terhadap prinsip keberlanjutan (sustainability) dengan meminimalisir pemborosan material, serta memungkinkan penggunaan kembali data dalam proses pembongkaran atau peremajaan bangunan.

**Tabel 2. Artikel Rujukan Kedua**

<b>Topik</b>	<b>Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the Commercial Construction</b>
<b>Judul</b>	“Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the Commercial Construction Industry: A Conceptual Study”
<b>Peneliti</b>	Benedict D. Ilozor dan David J. Kelly
<b>Metode</b>	Kualitatif

(Sumber: Benedict D. Ilozor dan David J. Kelly 2012)

Penelitian yang dilakukan oleh Benedict D. Ilozor dan David J. Kelly berisi tentang kajian secara mendalam tentang potensi integrasi antara Building Information Modeling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) dalam konteks industri konstruksi komersial. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merumuskan sebuah kerangka pemahaman baru yang menjelaskan bagaimana BIM dan IPD saling berinteraksi serta bagaimana kolaborasi keduanya dapat memberikan dampak positif terhadap efisiensi proses desain dan pelaksanaan konstruksi. Dalam kajian ini, BIM dipaparkan sebagai sebuah sistem representasi digital bangunan yang menyajikan informasi secara menyeluruh, mulai dari aspek geometris, teknis, hingga operasional. Teknologi ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat sepanjang siklus hidup proyek. Sementara itu, IPD digambarkan sebagai metode manajemen proyek yang mengedepankan kolaborasi sejak tahap awal, di mana semua pemangku kepentingan termasuk pemilik proyek, arsitek, kontraktor, dan konsultan bekerja dalam satu sistem yang saling terintegrasi untuk mengurangi inefisiensi dan mencegah pemborosan sumber daya.

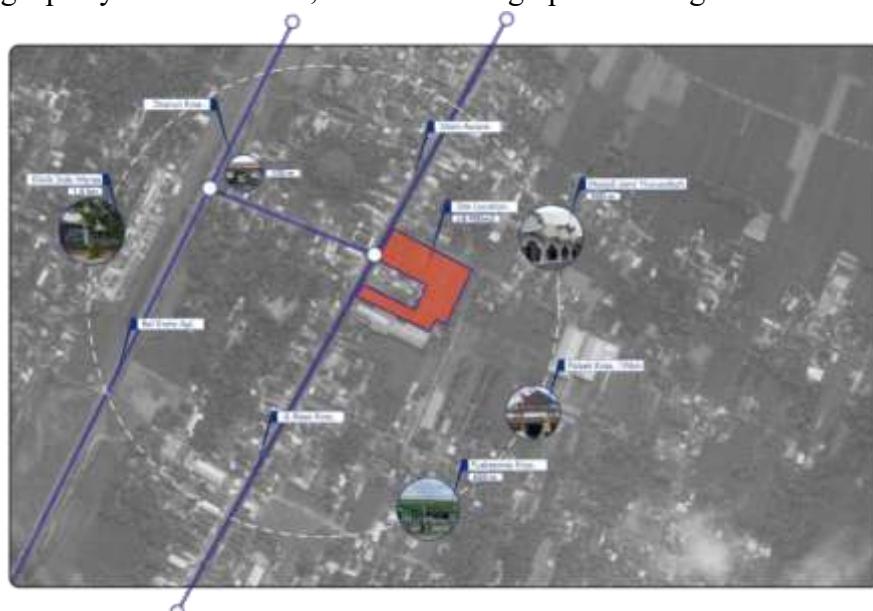
**Tabel 3. Artikel Rujukan Ketiga**

<b>Topik</b>	<b>The Application of BIM and RFID Technology in Building Engineering</b>
<b>Judul</b>	“The Application of BIM and RFID Technology in Building Engineering Informatization Based on IPD Mode”
<b>Peneliti</b>	Peiming Qiao
<b>Metode</b>	Kualitatif

(Sumber: *Peiming Qiao 2023*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

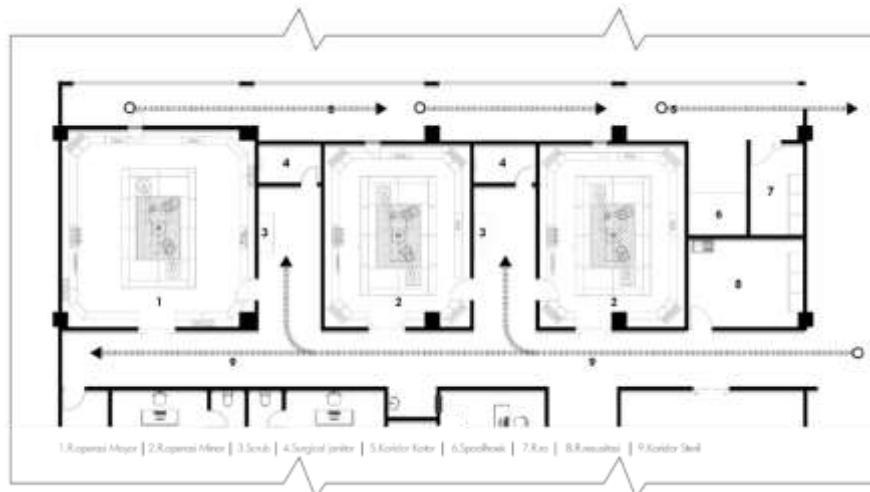
Penelitian ini mengambil studi kasus pada proyek pembangunan rumah sakit yang berlokasi di Jl. Raya Kras, Kecamatan Kras, Kabupaten Kediri. Lokasi ini merupakan kawasan strategis yang memiliki aksesibilitas tinggi terhadap jalur utama kabupaten, sehingga sangat mendukung kegiatan logistik dan mobilitas pekerja selama proses konstruksi berlangsung. Luas lahan proyek mencapai  $\pm 8.900 \text{ m}^2$ , dengan total luasan bangunan  $\pm 13.600 \text{ m}^2$  yang mencakup berbagai fungsi pelayanan kesehatan, termasuk ruang operasi sebagai salah satu elemen vital.



**Gambar 1. Lokasi Site**

## Ruang Oprasi

merupakan suatu unit yang dikhususkan pada rumah sakit yang memiliki fungsi sebagai tempat dilakukannya proses pembedahan, dimana terdapat pembatasan kondisi terhadap ruang operasi yaitu kondisi steril maupun kondisi-kondisi lainnya yang diperlukan dalam menjalankan proses pembedahan. Beberapa ruangan yang terdapat pada departemen ruang operasi.



**Gambar 2. Alur Sirkulasi Ruang Operasi**

(Sumber:Analisis Penulis 2025).

Skema ini menggambarkan alur sirkulasi dan zonasi ruang operasi di rumah sakit yang dirancang untuk memenuhi standar efisiensi, sterilisasi, dan keselamatan pasien. Tata letak ini menunjukkan hubungan fungsional antar ruang mulai dari kedatangan pasien hingga pasca tindakan bedah. Alur diawali dari area Pasien & Pengantar, yang diarahkan ke ruang Pendaftaran dan kemudian menuju ke ruang Transfer/Tunggu sebelum memasuki Ruang Persiapan/Induksi. Ruang ini menjadi titik awal proses pra-operasi di mana pasien dipersiapkan sebelum memasuki ruang bedah



**Gambar 3. Mesin AHU Operasi**

(Sumber:Analisis Penulis 2025).

### Peran Sistem HVAC dalam Ruang Operasi Rumah Sakit

Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) memiliki peran penting dalam mendukung lingkungan penyembuhan di rumah sakit. Kualitas udara yang terkontrol dan suhu yang stabil dapat memberikan efek terapeutik bagi pasien, sehingga mempercepat proses pemulihan. Pasien yang dirawat dalam lingkungan yang nyaman, steril, dan terkondisi dengan baik umumnya menunjukkan tingkat kesembuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan pasien yang berada di lingkungan yang tidak mendukung kenyamanan. Secara khusus, pada ruang operasi, sistem distribusi udara memegang peran krusial dalam mencegah terjadinya kontaminasi. Desain aliran udara yang berasal dari Gambar tersebut menunjukkan sistem tata udara pada ruang operasi rumah sakit, di mana unit pengolah udara atau Air Handling Unit (AHU) ditempatkan secara langsung di atas plafon ruang operasi. Penempatan AHU pada posisi ini dirancang untuk mendukung efisiensi aliran udara steril, kemudahan perawatan, serta optimalisasi penggunaan ruang vertikal dalam bangunan rumah sakit. Disetiap ruang operasi memiliki AHU tersendiri yang terkoneksi dengan sistem ducting khusus yang dirancang secara terisolasi untuk menjaga tekanan udara positif di dalam ruang operasi. Sistem ducting utama tampak terorganisasi secara modular, dengan alur yang memisahkan antara suplai udara bersih dan jalur pengembalian udara (return air), sehingga menjamin tidak terjadi kontaminasi silang antar ruang. Komponen teknis seperti filter HEPA, pemanas/pendingin, serta sistem kontrol kelembapan dan suhu, ditampilkan secara terintegrasi di dalam unit AHU untuk memenuhi standar lingkungan ruang operasi yang steril dan terkendali. Struktur lantai teknis (technical floor) di mana AHU ditempatkan dirancang secara kokoh dan mudah diakses oleh teknisi pemeliharaan tanpa harus mengganggu aktivitas medis di bawahnya. Peletakan sistem ini juga menghindari penggunaan jalur plumbing atau pipa air yang dapat meningkatkan risiko kebocoran dan kontaminasi, sesuai dengan prinsip desain ruang operasi yang aman dan higienis.



**Gambar 4. Ruang Operasi**

(Sumber: Analisis Penulis 2025)

### Integrasi BIM-IPD dalam Tahap Perencanaan

Kompleksitas teknis dan standar kesehatan yang ketat menuntut proses perencanaan yang efisien, tanpa mengorbankan mutu dan keselamatan pasien. Dalam konteks ini, integrasi antara Building Information Modeling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) menjadi

pendekatan strategis yang dapat mempercepat tahapan perencanaan sekaligus meningkatkan akurasi hasil akhir, Penerapan IPD memungkinkan seluruh pemangku kepentingan seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan pihak rumah sakit untuk terlibat sejak tahap awal. Keterlibatan awal ini mempercepat proses identifikasi kebutuhan, penyusunan solusi teknis, serta pengambilan keputusan, sehingga potensi keterlambatan akibat miskomunikasi dan revisi desain dapat diminimalkan

Meskipun pendekatan IPD dan penerapan teknologi BIM menawarkan berbagai keunggulan dalam hal kolaborasi dan efisiensi koordinasi proyek, beberapa tantangan masih ditemukan, khususnya pada tahap awal pelaksanaan. Proses penyusunan kontrak dalam skema IPD cenderung memerlukan durasi yang lebih panjang akibat kompleksitas pembagian tanggung jawab dan risiko di antara para pihak (Khan & Roberts, 2015). Selain itu, pembuatan dokumen perencanaan awal pada proyek berbasis IPD-BIM dilaporkan memakan waktu 20% hingga 30% lebih lama dibandingkan metode konvensional (Keller & O'Connor, 2016). Kegiatan penyelarasan antar pihak melalui forum diskusi dan rapat koordinasi awal juga dapat berlangsung selama beberapa minggu (AIA, 2017). Penggunaan teknologi BIM, meskipun memberikan keuntungan jangka panjang, membutuhkan waktu tambahan untuk pelatihan personel dan penyesuaian sistem (Zhang & Hwang, 2016).

Sementara itu, BIM tidak hanya mencakup bentuk geometris tiga dimensi, tetapi juga data teknis seperti spesifikasi material, sistem MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing), serta jalur sirkulasi udara steril. Dengan teknologi BIM, proses validasi desain dapat dilakukan secara real-time melalui simulasi dan deteksi benturan (clash detection), yang secara langsung mengurangi waktu koreksi di lapangan. Integrasi antara BIM dan IPD juga memungkinkan proses perencanaan menjadi lebih paralel dan iteratif, di mana pengembangan desain dan evaluasi teknis dapat dilakukan secara bersamaan oleh berbagai tim. Hal ini berdampak langsung pada percepatan durasi perencanaan secara keseluruhan. Berdasarkan studi kasus pada pembangunan ruang operasi RS Dharma Husada Kediri, integrasi BIM dan IPD terbukti dapat mengurangi waktu proses desain dan dokumentasi teknis hingga lebih dari 25% dibandingkan metode konvensional. Selain itu, efisiensi ini juga berdampak pada tahapan konstruksi karena dokumen perencanaan yang telah tersusun dengan baik dan minim kesalahan.

## KESIMPULAN

Penerapan pendekatan Integrated Project Delivery (IPD) yang terintegrasi dengan Building Information Modeling (BIM) terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi waktu dan pengelolaan energi pada perencanaan dan pelaksanaan ruang operasi rumah sakit. Kolaborasi lintas disiplin yang diinisiasi sejak tahap awal perencanaan melalui IPD mampu mempercepat pengambilan keputusan dan mengurangi risiko miskomunikasi. Sementara itu, teknologi BIM memfasilitasi proses visualisasi dan validasi desain secara digital, sehingga kesalahan desain dapat diminimalisir sebelum tahap konstruksi berlangsung. Hasil studi kasus pada proyek pembangunan ruang operasi RS Dharma Husada Kediri menunjukkan bahwa integrasi BIM dan IPD dapat mempercepat proses perencanaan hingga lebih dari 25% dibandingkan metode konvensional, serta meningkatkan akurasi dokumen teknis dan efisiensi sistem penghawaan. Oleh karena itu, pendekatan IPD-BIM layak

direkomendasikan sebagai strategi standar dalam pengembangan fasilitas kesehatan modern yang membutuhkan presisi tinggi, efisiensi energi, dan ketepatan waktu dalam pelaksanaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

Aprianto, B., & Tambusai, F. Z. (2020). Implementasi manajemen sumber daya manusia kesehatan di fasilitas kesehatan: A literature review. *Sospol*, 6(2), 201–213. <https://doi.org/10.22219/sospol.v6i2.12899>

Ashcraft, H. W., et al. (2015). *Integrated project delivery: A working definition*. Hanson Bridgett LLP.

Benedict, D. I., & Kelly, D. J. (2012). Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the commercial construction industry: A conceptual study. *Journal of Construction Research*, 13(2), 112–123.

Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). *Building information modeling: Why? What? How?* Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_1)

Chinwennwo, P. O. (2024). Integrasi antara Building Information Modelling (BIM) dan Integrated Project Delivery (IPD) sebagai strategi inovatif dalam meningkatkan kolaborasi dan efisiensi. *Jurnal Teknik dan Manajemen Konstruksi*, 18(1), 45–59.

Indrawati, L., Dwi, D., Tjandrarini, H., & Penulis lainnya. (2022). Evaluasi output kebijakan dana desa untuk pembangunan fasilitas kesehatan di Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i2.180>

Keller, M., & O'Connor, R. (2016). Challenges of implementing Integrated Project Delivery in healthcare construction. *Healthcare Construction Report*, 9(1), 33–47.

Khan, M., & Roberts, D. (2015). Legal frameworks and contractual strategies for IPD implementation. *International Conference on Construction Law and Risk Management*, 5(2), 87–101.

Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Li, Y. (2017). Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. *Automation in Construction*, 83, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.024>

Marlin, S., Mus, A. R., & Junaid, A. (2022). Pengaruh belanja fungsi pendidikan, kesehatan, perumahan, dan fasilitas umum terhadap indeks pembangunan manusia. *Jurnal Ekonomika*, 6(2).

McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute.

Mesa, H. A., Molenaar, K. R., & Alarcón, L. F. (2019). Comparative analysis between Integrated Project Delivery and Lean Project Delivery. *International Journal of Project Management*, 37(3), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.012>

Peiming, Q. (2023). The application of BIM and RFID technology in building engineering informatization based on IPD mode. *Journal of Building Informatics*, 7(3), 211–220.

Prasetyo, D., & Purnama, R. (2021). Evaluasi efisiensi proyek rumah sakit dengan metode Integrated Project Delivery. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 10(2), 135–146.

Rahman, A., & Santosa, R. (2020). Penerapan IPD dalam proyek bangunan gedung bertingkat tinggi. *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, 8(1), 89–100.

Sari, E. M., Irawan, A. P., Wibowo, M. A., Siregar, J. P., Tamin, R. Z., Praja, A. K. A., & Dewi, M. P. (2023). Challenge and awareness for implemented Integrated Project Delivery (IPD) in Indonesian projects. *Buildings*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/buildings13010262>

Sullivan, J. (2018). Comparative study of IPD and traditional project delivery in healthcare facilities. *Construction Management Review*, 14(4), 217–229.

Viana, M. L., Hadikusumo, B. H. W., Mohammad, M. Z., & Kahvandi, Z. (2020). Integrated Project Delivery (IPD): An updated review and analysis case study. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 10(2), 120–135. <https://doi.org/10.2478/jeppm-2020-0017>

Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109–127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>

Zhang, L., & Hwang, B. G. (2016). A study on training barriers in BIM-based project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(12), 04016085.

Zou, P. X. W., Kiviniemi, A., & Jones, S. W. (2016). A review of the benefits, opportunities, and challenges of BIM adoption. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 14(4), 547–568.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).