

Analisis Potensi, Tantangan, dan Strategi Implementasi *Building Information Modelling* pada Konstruksi Gardu Induk PT PLN (Persero)

Enggar Ragil Saputra¹, T.N. Handayani^{1*}, Akhmad Aminullah¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: tantri.n.h@ugm.ac.id

INTISARI

Sektor ketenagalistrikan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan masyarakat, serta keberlanjutan layanan publik melalui penyediaan pasokan listrik yang andal. Dalam upaya mewujudkan hal tersebut, PT PLN (Persero) terus membangun infrastruktur ketenagalistrikan seperti pembangkit, transmisi, dan gardu induk, namun pelaksanaan konstruksi gardu induk masih menghadapi berbagai kendala, antara lain keterlambatan, pembengkakan biaya, dan lemahnya koordinasi lintas disiplin, sehingga mendorong implementasi *Building Information Modelling (BIM)* pada proyek gardu induk sejak 2023 hingga 2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi, menganalisis tantangan, dan merumuskan strategi dalam mendukung implementasi *Building Information Modelling* pada proyek gardu induk. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan rekomendasi strategis untuk pengelolaan konstruksi yang lebih efisien, efektif, dan berkelanjutan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *content validity* untuk memvalidasi instrumen penelitian mengenai potensi, tantangan, dan strategi implementasi *Building Information Modelling (BIM)* pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero). Validasi dilakukan dengan melibatkan responden dari unsur pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor untuk menilai relevansi setiap parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi BIM pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero) memiliki sejumlah potensi penting, namun masih menghadapi berbagai tantangan pada aspek teknis, organisasi, dan regulasi, sehingga diperlukan strategi implementasi yang terarah dan kontekstual. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pemetaan prioritas potensi, tantangan, dan strategi implementasi BIM dari perspektif pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan perluasan cakupan responden dan objek penelitian pada infrastruktur ketenagalistrikan lainnya agar hasil yang diperoleh semakin komprehensif.

Kata kunci: PLN, BIM, Potensi, Tantangan, Strategi

1 PENDAHULUAN

Sektor ketenagalistrikan memegang peran penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Sebagai sektor strategis, ketenagalistrikan memiliki efek pengganda yang sangat besar terhadap sektor industri, jasa, dan transportasi nasional (Prihawantoro dkk., 2020). Keandalan dan kontinuitas pasokan listrik merupakan prasyarat penting untuk menjamin stabilitas layanan publik dan mendorong produktivitas ekonomi nasional (Prihawantoro dkk., 2020). Untuk memastikan keandalan sumber daya listrik, pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan seperti pembangkit, jaringan transmisi, dan gardu induk harus dilakukan secara efisien, tepat waktu, dan dengan kualitas yang optimal.

Dalam lingkup pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan tersebut, PT PLN (Persero) memiliki unit pelaksana yang bertanggung jawab langsung, yaitu Unit Induk Pembangunan (UIP). UIP memiliki peran dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan proyek-proyek strategis ketenagalistrikan, termasuk pembangunan Gardu Induk. Namun, proses pelaksanaan proyek di lapangan tidak lepas dari berbagai tantangan umum di sektor konstruksi, seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan kurangnya koordinasi lintas disiplin. Tantangan-tantangan ini serupa dengan yang dihadapi oleh banyak negara berkembang, terutama ketika manajemen proyek belum didukung oleh teknologi informasi yang kolaboratif dan terpadu (Chan dkk., 2019).

Sebagai bagian dari transformasi digital dalam sektor konstruksi, PT PLN (Persero) mulai mengadopsi *Building Information Modeling (BIM)* pada proyek-proyek Gardu Induk di seluruh UIP. BIM merupakan teknologi yang memungkinkan pemodelan digital informasi bangunan secara menyeluruh dan lintas disiplin, yang mendukung integrasi desain, estimasi biaya, perencanaan waktu, hingga pengelolaan aset. Teknologi ini diyakini mampu meningkatkan koordinasi antar pemangku kepentingan, mengurangi risiko perubahan desain, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Lew dkk., 2025). Pada periode tahun 2023 hingga 2025, PLN mendorong setiap UIP untuk mengontrakkkan minimal satu proyek Gardu Induk yang menggunakan implementasi BIM. Dalam

praktiknya, implementasi BIM telah membantu menurunkan kesalahan dan duplikasi dalam dokumen desain serta memperkuat komunikasi tim melalui model 3D yang terintegrasi (Alverinaldo dan Nugroho, 2024).

Sebagai bagian dari kebijakan internal untuk mendukung transformasi ini, PT PLN (Persero) menerbitkan Surat Keputusan (SK) Pembentukan Tim Implementasi BIM di setiap UIP. SK tersebut dilandasi oleh beberapa pertimbangan utama: (1) BIM merupakan teknologi konstruksi modern yang penting untuk diterapkan di lingkungan PLN, (2) implementasi BIM memerlukan tahapan dan kesiapan perangkat keras dan lunak, keahlian sumber daya manusia, serta pengembangan standar operasional prosedur yang berkelanjutan, dan (3) adanya komitmen manajemen PLN sebagaimana tertuang dalam Keputusan Direktorat Manajemen Proyek dan Energi Baru Terbarukan tanggal 13 Maret 2023 mengenai dukungan terhadap implementasi BIM. Melalui SK tersebut, PLN berharap proses adopsi BIM dapat dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan organisasi.

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi BIM dalam proyek Gardu Induk di PLN masih berada pada tahap *early adoption*, dan belum sepenuhnya optimal. Berbagai tantangan muncul, mulai dari keterbatasan tenaga kerja terampil dalam pengoperasian BIM, kebutuhan investasi awal yang tinggi, hingga resistensi terhadap perubahan metode kerja konvensional (Chan dkk., 2019). Di sisi lain, keterbatasan pelatihan, belum adanya standarisasi nasional, dan rendahnya kesadaran terhadap kebijakan insentif pemerintah turut menjadi hambatan signifikan (Lew dkk., 2025). Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk menganalisis potensi, tantangan dan strategi implementasi BIM dalam proyek Gardu Induk PLN.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas implementasi *Building Information Modelling (BIM)* dari aspek potensi, tantangan, maupun strategi penerapan, kajian-kajian tersebut umumnya masih dilakukan secara parsial dan belum mengintegrasikan ketiga dimensi tersebut dalam satu kerangka analisis yang utuh. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara khusus menelaah implementasi BIM pada konteks konstruksi Gardu Induk PT PLN (Persero), terutama untuk mempertimbangkan perspektif para pemangku kepentingan utama, yaitu owner, konsultan, dan kontraktor. Dimana perbedaan peran, kepentingan, dan pengalaman antar pemangku kepentingan tersebut dapat mempengaruhi cara mereka memandang potensi BIM, mengidentifikasi tantangan, serta merumuskan strategi implementasi yang relevan. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengidentifikasi dan menganalisis potensi, tantangan, dan strategi implementasi BIM secara terintegrasi pada proyek Gardu Induk PLN. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai implementasi BIM dalam konteks proyek ketenagalistrikan, sekaligus menghasilkan dasar empiris yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan strategi penerapan BIM yang lebih tepat bagi para pihak yang terlibat.

2 METODE

Penelitian ini dilaksanakan melalui survei yang tersebar di seluruh Unit Induk Pembangunan (UIP) PT PLN (Persero) yang ada di Indonesia. Berdasarkan Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0026.P/DIR/2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja PT PLN (Persero), Unit Induk adalah organisasi 1 (satu) tingkat di bawah Kantor Pusat yang dipimpin, dibina, dan dikelola oleh General Manager dan melaksanakan kegiatan penyediaan tenaga listrik tertentu sesuai dengan maksud dan tujuannya. Unit Induk Pembangunan PT PLN (Persero) sesuai daftar yang terlihat pada Tabel 2.1 dengan detail lokasi pada Gambar 2.1.

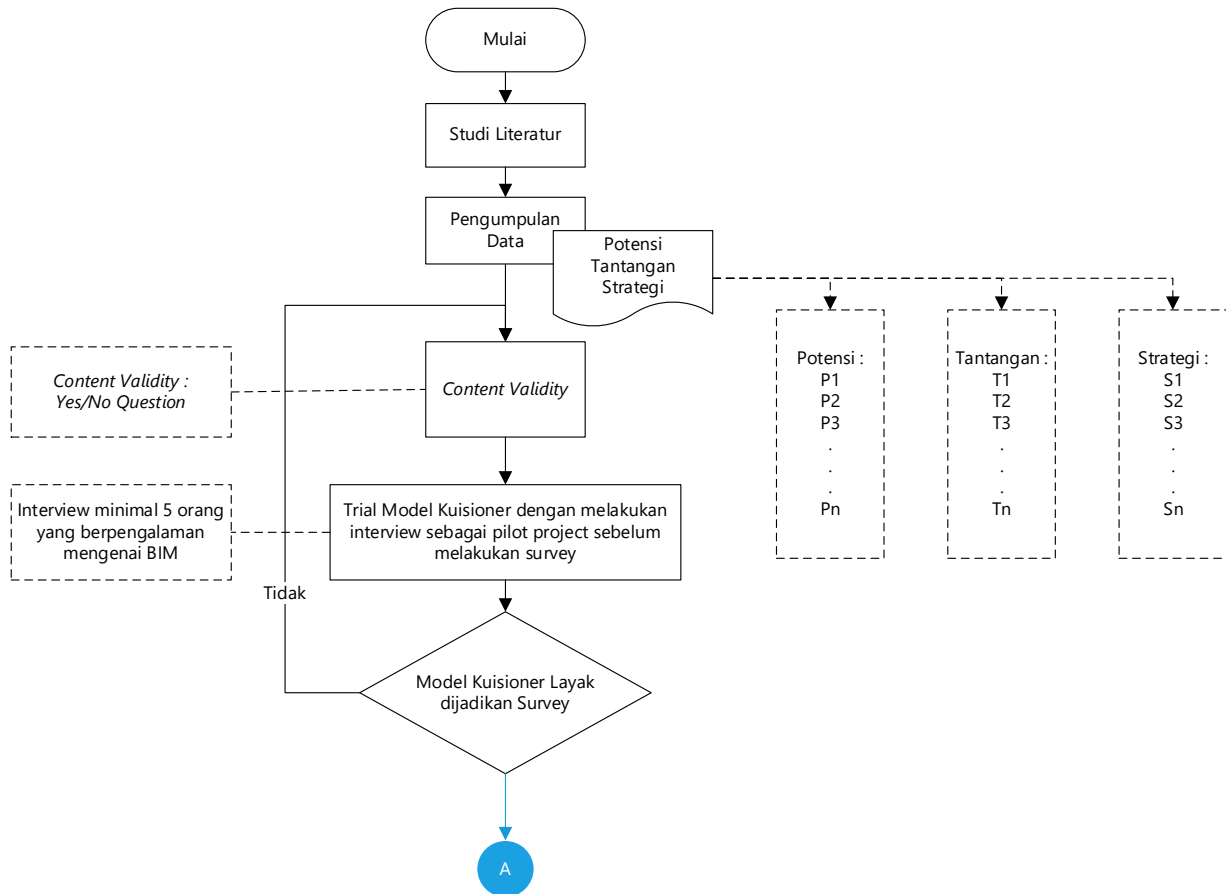
Tabel 2. 1 Daftar Unit Induk Pembangunan PT PLN (Persero)

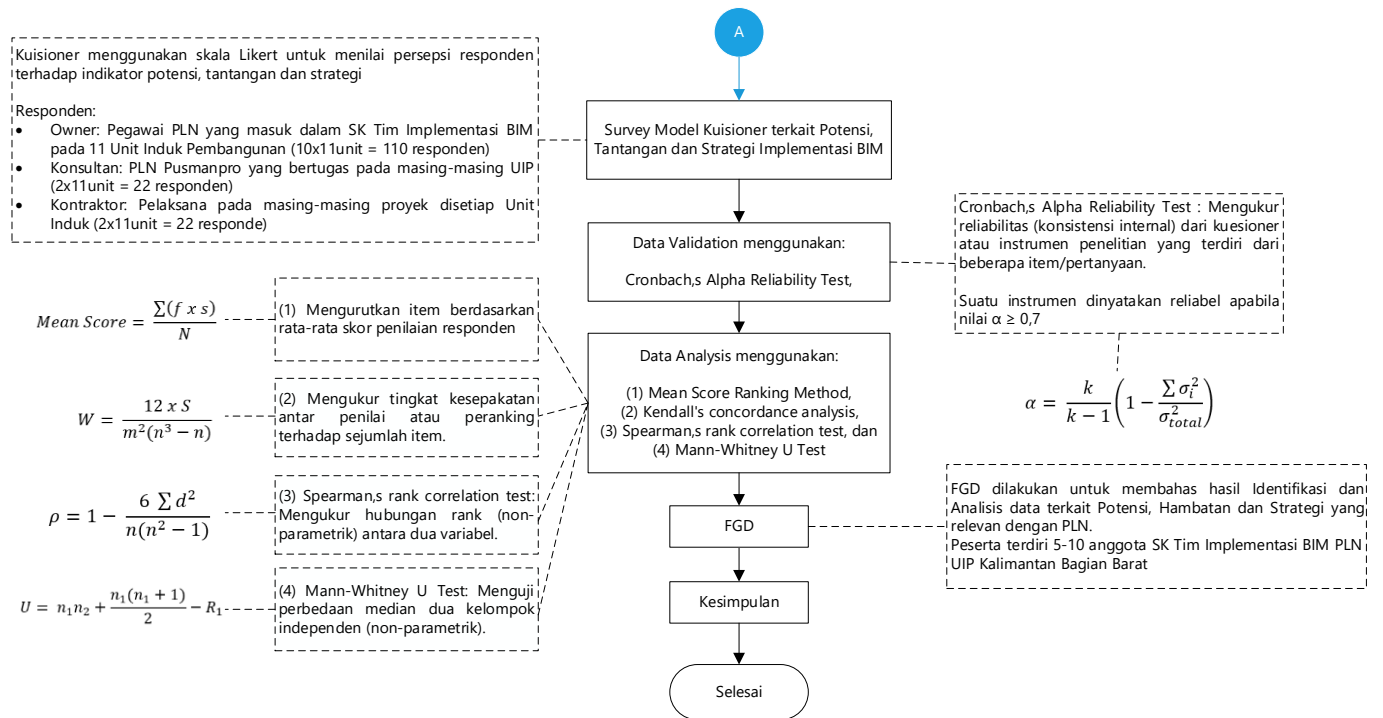
No.	Divisi	Unit Induk Pembangunan (UIP)	Singkatan
1	Divisi Konstruksi Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi (<i>Construction Sumatera, Kalimantan, and Sulawesi Division</i>)	UIP Sumatera Bagian Utara	UIP SBU
2		UIP Sumatera Bagian Tengah	UIP SBT
3		UIP Sumatera Bagian Selatan	UIP SBS
4		UIP Kalimantan Bagian Barat	UIP KLB
5		UIP Kalimantan Bagian Timur	UIP KLT
6		UIP Sulawesi	UIP SUL
7	Divisi Konstruksi Jawa, Madura, Bali, Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara (<i>Construction Jawa, Madura, Bali, Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara Division</i>)	UIP Jawa Bagian Barat	UIP JBB
8		UIP Jawa Bagian Tengah	UIP JBT
9		UIP Jawa Bagian Timur dan Bali	UIP JBTB
10		UIP Nusa Tenggara	UIP NUSRA
11		UIP Maluku dan Papua	UIP MPA



Gambar 2. 1 Lokasi Unit Induk Pembangunan PT PLN (Persero)

Sebagai bagian dari perencanaan penelitian sekaligus agar mempermudah proses penelitian, maka disusun langkah-langkah penelitian dalam bentuk bagan alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.





Gambar 2. 2 Bagan Alir Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh secara langsung melalui penyebaran kuesioner kepada para responden yang terlibat dalam proyek pembangunan Gardu Induk PT PLN (Persero) yang telah atau sedang mengimplementasikan Building Information Modelling (BIM) pada kontrak terkait. Kuesioner disusun dalam bentuk skala Likert lima poin, yang digunakan untuk mengukur tingkat persetujuan responden terhadap berbagai indikator terkait potensi, tantangan, dan strategi implementasi BIM.

Penelitian ini dilaksanakan dalam kerangka paradigma *post-positivisme*, dengan pendekatan deduktif dalam keseluruhan rancangan analisis dan pengujian, serta kombinasi deduktif-induktif dalam penyusunan item pertanyaan kuesioner. Pendekatan ini memungkinkan keterpaduan antara teori dan pengalaman empiris dalam merumuskan indikator-indikator penelitian secara sistematis (Chan dkk., 2019).

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu memilih responden secara sengaja berdasarkan kompetensi dan pengalaman mereka dalam proyek konstruksi yang berkaitan dengan implementasi BIM. Kriteria purposive sampling dalam penelitian ini mencakup tiga kelompok utama: (1) pihak owner yang terdiri dari anggota SK Tim Implementasi BIM di masing-masing Unit Induk Pembangunan di PT PLN (Persero) yang tersebar di seluruh Indonesia (2) Pihak Konsultan yaitu anggota supervisi konstruksi di Unit Manajemen Proyek Konstruksi (UPMK), serta (3) pihak kontraktor yang secara aktif terlibat dalam proyek PLN yang telah terkontrak dan menerapkan BIM dalam pelaksanaannya

Target jumlah responden minimal ditetapkan sebanyak 40 orang, agar data yang dikumpulkan memenuhi syarat untuk dianalisis menggunakan pendekatan statistik non-parametrik. Selain data skor penilaian terhadap indikator, kuesioner juga mengumpulkan data latar belakang responden seperti asal organisasi, jabatan, lama pengalaman kerja, dan pengalaman keterlibatan dalam proyek BIM sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memungkinkan analisis lebih lanjut berdasarkan segmentasi profesi atau kelompok responden tertentu.

Faktor-faktor yang digunakan dalam kuesioner ini diturunkan dari kajian literatur terhadap jurnal ilmiah serta dokumen daring lainnya yang relevan. Dengan demikian, desain kuesioner ini tidak hanya berbasis praktik aktual di lapangan, tetapi juga terverifikasi secara teoretis.

2.2 Potensi Implementasi BIM

Potensi implementasi Building Information Modelling (BIM) merujuk pada kemampuan, peluang, dan manfaat yang secara teoritis maupun praktis dapat dihasilkan dari penerapan teknologi BIM dalam siklus hidup proyek konstruksi. Adapun potensi yang disajikan pada Tabel 2.2 disusun berdasarkan hasil kajian dan sintesis berbagai literatur yang relevan.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa potensi implementasi BIM mencerminkan segala bentuk manfaat dan peluang yang dapat diperoleh jika BIM diterapkan secara optimal dalam suatu proyek konstruksi. Potensi ini bersifat strategis karena mencakup berbagai dimensi, baik dari aspek teknis, manajerial, ekonomis, hingga lingkungan. Dalam konteks pembangunan infrastruktur yang semakin kompleks dan menuntut efisiensi tinggi, identifikasi potensi BIM menjadi langkah awal yang penting untuk memahami nilai tambah dari teknologi ini. Oleh karena itu, untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif, dilakukan penyusunan daftar potensi implementasi BIM berdasarkan hasil kajian terhadap berbagai literatur nasional dan internasional. Daftar potensi tersebut kemudian akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan *checklist* literatur sesuai Tabel 2.3, yaitu proses identifikasi keberadaan masing-masing potensi tersebut dalam berbagai jurnal akademik yang telah ditelaah, sehingga dapat diketahui potensi mana saja yang paling dominan atau relevan untuk konteks implementasi BIM.

2.3 Tantangan Implementasi BIM

Tantangan implementasi *Building Information Modelling* (BIM) merujuk pada segala bentuk hambatan, keterbatasan, atau faktor penghalang seperti pada Tabel 2.4 yang menyebabkan proses adopsi BIM tidak berjalan optimal dalam suatu proyek konstruksi. Tantangan-tantangan yang tercantum pada Tabel 2.4 disusun berdasarkan hasil kajian dan sintesis dari berbagai literatur yang relevan. Berbagai studi menunjukkan bahwa tantangan implementasi BIM bersifat multidimensi dan sering kali saling berkaitan, sehingga diperlukan identifikasi yang sistematis sebagai dasar dalam merumuskan strategi implementasi yang tepat.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa tantangan implementasi BIM mencerminkan berbagai hambatan yang dapat memperlambat atau bahkan menggagalkan proses adopsi BIM dalam suatu proyek konstruksi. Tantangan ini tidak hanya terbatas pada keterbatasan teknis, tetapi juga menyangkut aspek organisasi, sumber daya manusia, finansial, hingga dukungan kebijakan dan regulasi. Dalam konteks transformasi digital di sektor konstruksi yang masih berlangsung, pengenalan dan identifikasi terhadap tantangan ini menjadi krusial agar strategi penerapan BIM dapat dirancang secara lebih realistis dan aplikatif. Oleh karena itu, untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh, dilakukan penyusunan daftar tantangan implementasi BIM berdasarkan hasil tinjauan literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional. Beberapa tantangan yang umum ditemukan antara lain kurangnya pelatihan, resistensi terhadap perubahan, biaya awal yang tinggi, keterbatasan perangkat dan infrastruktur, serta belum adanya regulasi standar yang mengikat. Daftar tantangan ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses *checklist* literatur seperti tertera pada Tabel 2.5, yaitu tahapan identifikasi kemunculan masing-masing tantangan dalam jurnal-jurnal yang ditelaah, sehingga dapat diketahui hambatan apa saja yang paling sering terjadi dan perlu menjadi prioritas dalam penyusunan strategi implementasi BIM.

2.4 Strategi Implementasi BIM

Strategi implementasi BIM adalah serangkaian pendekatan, kebijakan, dan tindakan yang dirancang untuk mendorong penerapan BIM secara efektif seperti tertera pada Tabel 2.6. Strategi tersebut disusun berdasarkan hasil kajian dan sintesis dari berbagai literatur yang relevan. Strategi ini mencakup berbagai aspek, mulai dari peningkatan kapasitas sumber daya manusia, penyesuaian proses kerja, penyusunan regulasi, hingga pemberian insentif kepada pihak-pihak terkait. Strategi yang tepat berperan penting dalam memastikan keberhasilan adopsi BIM pada proyek-proyek konstruksi, khususnya di lingkungan yang belum terbiasa dengan teknologi digital.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa strategi implementasi BIM mencerminkan pendekatan sistematis yang bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan teknologi BIM dan secara bersamaan mengatasi berbagai tantangan yang menghambat proses adopsinya. Strategi ini mencakup langkah-langkah dalam bidang pengembangan kapasitas SDM, pembentukan kebijakan dan regulasi, integrasi teknologi dalam proses kerja proyek, serta peningkatan kesadaran di kalangan pemangku kepentingan. Dalam konteks industri konstruksi yang semakin terdorong untuk mengadopsi teknologi digital, strategi implementasi BIM menjadi elemen kunci dalam mendorong transformasi yang berkelanjutan dan terukur. Untuk mendalami hal ini, dilakukan penyusunan daftar strategi implementasi BIM berdasarkan sintesis literatur nasional dan internasional. Strategi-strategi tersebut meliputi pelatihan dan pengembangan SDM, kolaborasi antara industri dan akademisi, insentif kebijakan dari pemerintah,

serta penyusunan standar teknis dan regulasi pendukung. Daftar strategi ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk melakukan checklist literatur seperti tertera pada Tabel 2.7, yaitu proses identifikasi terhadap kemunculan dan dukungan masing-masing strategi dalam berbagai jurnal yang ditinjau, sehingga dapat ditentukan strategi mana yang paling banyak disorot dan dinilai efektif dalam konteks penerapan BIM di industri konstruksi.

Tabel 2. 2 Daftar Potensi Implementasi BIM

Potensi	Deskripsi	Kode
Meningkatkan efisiensi desain	Mempercepat dan mempermudah proses perancangan melalui visualisasi 3D dan integrasi data.	P1
Pengurangan emisi karbon	Mendukung pemilihan material dan metode kerja yang ramah lingkungan untuk menurunkan emisi.	P2
Pengurangan limbah material	Mengurangi kesalahan desain dan <i>rework</i> sehingga limbah konstruksi dapat diminimalkan.	P3
Peningkatan kolaborasi antar pihak	Memungkinkan kerja sama yang lebih terintegrasi antar pemangku kepentingan proyek.	P4
Efisiensi waktu proyek	Mempercepat pelaksanaan proyek melalui simulasi dan deteksi dini konflik (<i>clash detection</i>).	P5
Efisiensi biaya proyek	Mengurangi biaya tambahan melalui perencanaan yang akurat dan kontrol anggaran secara real-time.	P6
Peningkatan kualitas proyek	Meningkatkan mutu hasil pekerjaan melalui visualisasi dan pengendalian mutu digital.	P7
Peningkatan keselamatan kerja	Menyediakan simulasi risiko untuk meningkatkan perencanaan K3 di lapangan.	P8
Pemanfaatan teknologi berkelanjutan	Memfasilitasi integrasi dengan teknologi hijau dan praktik konstruksi berkelanjutan.	P9
Transparansi data proyek	Menyediakan akses data proyek secara terbuka dan real-time untuk seluruh pihak yang terlibat.	P10

Tabel 2. 3 Checklist Daftar Potensi Implementasi BIM Berdasarkan Literatur

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
(Chan dkk., 2019)	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓
(Alverinaldo dan Nugroho, 2024)	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-
(Tran dkk., 2024)	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Lew dkk., 2025)	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-
(Mishra dkk., 2024)	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
(Toyin dan Mewomo, 2023)	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-	-
(Szafranko dan Czyż, 2024)	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓
(Yılmaz dkk., 2024)	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓
(Shahid dkk., 2025)	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓
(Datta dkk., 2023)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
(Abdullah dkk., 2024)	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
(Kineber dkk., 2023)	✓	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-
(Rinchen dkk., 2024)	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓
(Cheng dkk., 2024)	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Alghuried, 2023)	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓
(Al-Raqeb dkk., 2024)	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
(Murti dan Muslim, 2023)	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓

Tabel 2. 4 Daftar Tantangan Implementasi BIM

Tantangan	Deskripsi	Kode
Kurangnya pelatihan BIM	Minimnya program pelatihan dan sertifikasi BIM bagi tenaga kerja di sektor konstruksi.	T1
Resistensi terhadap perubahan	Penolakan dari individu atau organisasi untuk beralih dari metode konvensional ke sistem digital.	T2
Biaya awal implementasi tinggi	Investasi awal yang besar untuk perangkat lunak, perangkat keras, dan pelatihan BIM.	T3
Kurangnya standar dan regulasi	Belum adanya regulasi nasional yang mewajibkan atau mengatur penggunaan BIM secara menyeluruh.	T4
Keterbatasan interoperabilitas software	Masalah dalam sinkronisasi data antar perangkat lunak BIM yang berbeda.	T5
Kurangnya keahlian teknis	Tenaga kerja belum memiliki kompetensi teknis untuk mengoperasikan dan mengelola BIM.	T6
Kurangnya dukungan manajemen puncak	Pimpinan organisasi belum memberikan komitmen penuh terhadap implementasi BIM.	T7
Kurangnya kolaborasi antar stakeholder	Rendahnya koordinasi antara owner, konsultan, dan kontraktor dalam menggunakan platform BIM.	T8
Kurangnya permintaan klien	Pemilik proyek atau pengguna jasa belum mendorong penggunaan BIM dalam persyaratan proyek.	T9
Kurangnya insentif pemerintah	Belum tersedia kebijakan insentif atau dukungan finansial dari pemerintah untuk adopsi BIM.	T10

Tabel 2. 5 Checklist Daftar Tantangan Implementasi BIM Berdasarkan Literatur

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
(Chan dkk., 2019)	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
(Alverinaldo dan Nugroho, 2024)	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓
(Tran dkk., 2024)	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-
(Lew dkk., 2025)	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-
(Mishra dkk., 2024)	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
(Toyin dan Mewomo, 2023)	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-
(Szafranko dan Czyż, 2024)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
(Yılmaz dkk., 2024)	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-
(Shahid dkk., 2025)	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	-
(Datta dkk., 2023)	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	-	-
(Abdullah dkk., 2024)	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓
(Kineber dkk., 2023)	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	✓
(Rinchen dkk., 2024)	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
(Cheng dkk., 2024)	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
(Alghuried, 2023)	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓
(Al-Raqeb dkk., 2024)	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
(Murti dan Muslim, 2023)	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓

Tabel 2. 6 Daftar Strategi Implementasi BIM

Strategi	Deskripsi	Kode
Pelatihan dan pengembangan SDM	Menyediakan pelatihan rutin dan peningkatan kapasitas bagi tenaga kerja untuk memahami dan mengoperasikan BIM.	S1
Pembuatan regulasi dan standar BIM	Menyusun kebijakan dan standar teknis nasional yang mengatur penggunaan dan pelaksanaan BIM secara formal.	S2
Insentif adopsi dari pemerintah	Memberikan dukungan finansial, fiskal, atau administratif untuk mendorong penggunaan BIM di sektor konstruksi.	S3
Kolaborasi industri-akademik	Membangun kerja sama antara lembaga pendidikan dan industri guna memperkuat adopsi BIM secara praktis dan teoritis.	S4
Penguatan manajemen perubahan	Mengelola resistensi internal melalui strategi perubahan budaya organisasi dalam adopsi teknologi BIM.	S5
Integrasi teknologi dengan workflow proyek	Menyesuaikan proses kerja proyek agar BIM dapat diintegrasikan secara efektif dalam setiap fase konstruksi.	S6
Promosi dan edukasi kepada klien	Meningkatkan kesadaran dan pemahaman pemilik proyek terhadap manfaat penggunaan BIM.	S7
Penguatan kerangka hukum	Mengembangkan dasar hukum yang mendukung penggunaan BIM dalam kontrak dan proses pengadaan.	S8
Studi kelayakan teknologi BIM	Melakukan analisis kelayakan teknis dan finansial sebelum mengimplementasikan BIM dalam proyek.	S9
Pengadaan perangkat lunak dan infrastruktur	Menyediakan software BIM berlisensi serta perangkat keras yang memadai untuk mendukung implementasi BIM.	S10

Tabel 2. 7 Checklist Daftar Strategi Implementasi BIM Berdasarkan Literatur

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
(Chan dkk., 2019)	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	✓	-
(Alverinaldo dan Nugroho, 2024)	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
(Tran dkk., 2024)	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-
(Lew dkk., 2025)	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	-
(Mishra dkk., 2024)	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-	-
(Toyin dan Mewomo, 2023)	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-
(Szafranko dan Czyż, 2024)	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(Yılmaz dkk., 2024)	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
(Shahid dkk., 2025)	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓
(Datta dkk., 2023)	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
(Abdullah dkk., 2024)	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓
(Kineber dkk., 2023)	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-
(Rinchen dkk., 2024)	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓
(Cheng dkk., 2024)	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
(Alghuried, 2023)	✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-
(Al-Raqeb dkk., 2024)	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓
(Murti dan Muslim, 2023)	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓

2.5 Content Validity

Uji *Content Validity* dilakukan untuk memastikan bahwa setiap butir instrumen benar-benar merepresentasikan parameter yang akan diukur. Dalam penelitian ini, parameter yang dimaksud meliputi potensi, tantangan dan strategi implementasi *Building Information Modelling (BIM)*, pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero). Lynn (1986) menjelaskan bahwa validitas isi merupakan proses penilaian sistematis oleh panel ahli untuk menilai apakah item

instrumen telah memadai dalam merepresentasikan domain konsep yang diteliti. Dengan demikian, validitas isi berfungsi sebagai tahap awal yang krusial sebelum instrumen digunakan pada pengukuran lanjutan.

Dalam penelitian ini, pengujian validitas isi dilakukan melalui penilaian *expert* terhadap seluruh parameter yang telah disusun dari kajian literatur dan sintesis konseptual. Setiap ahli diminta menilai relevansi masing-masing parameter dengan menggunakan skala dikotomis, yaitu nilai 1 untuk parameter yang dinilai relevan / valid dan nilai 0 untuk parameter yang dinilai tidak relevan / tidak valid.

Analisis validitas isi pada tingkat item dilakukan menggunakan *Item-Level Content Validity Index (I-CVI)*. menjelaskan bahwa I-CVI dihitung sebagai proporsi ahli yang menilai suatu item relevan. Dalam konteks penelitian ini, karena skor relevan sudah dinyatakan dalam angka 1 dan tidak relevan dengan angka 0, maka nilai I-CVI diperoleh dari jumlah ahli yang memberikan nilai 1 dibagi jumlah seluruh ahli. Rumus yang digunakan seperti pada persamaan (1) berikut:

$$I - CVI_i = \frac{\sum X_i}{N} \quad (1)$$

Dimana $I - CVI_i$ adalah indeks validitas isi untuk item ke- i , $\sum X_i$ adalah jumlah ahli yang memberi nilai 1 pada item ke- i dan N untuk jumlah seluruh ahli/validator.

Pada tingkat skala, $S-CVI/Ave$ merupakan rata-rata nilai I-CVI seluruh item dalam satu skala. Rumus yang digunakan seperti pada persamaan (2) berikut:

$$S - CVI/Ave = \frac{\sum I-CVI_i}{k} \quad (2)$$

Dengan k adalah jumlah item dalam satu dimensi/skala.

2.6 Uji Reliabilitas (*Cronbach's Alpha*)

Uji reliabilitas *Cronbach's Alpha* digunakan untuk memverifikasi konsistensi internal atau tingkat keandalan konsep dari butir-butir pertanyaan dalam kuesioner yang disusun menggunakan skala Likert (Chan dkk., 2019). Nilai koefisien Cronbach's Alpha berada dalam rentang 0 hingga 1. Semakin tinggi nilai α , maka semakin tinggi pula tingkat reliabilitas atau keandalan dari skala pengukuran tersebut. Suatu instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai $\alpha \geq 0,7$. Rumus yang digunakan seperti pada persamaan (3) berikut:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_{total}^2} \right) \quad (3)$$

Di mana α adalah *Cronbach's Alpha*, k adalah jumlah item per variabel, σ_i^2 adalah varians masing-masing item, σ_{total}^2 adalah varians total skor.

2.7 Mean Score Ranking Method

Metode ini digunakan untuk menentukan peringkat masing-masing faktor berdasarkan skor rata-rata dari penilaian responden terhadap setiap variabel penelitian dengan menggunakan persamaan (5), dengan rentang nilai dari 1 hingga 5 — di mana “1” berarti “Sangat Tidak Setuju” dan “5” berarti “Sangat Setuju”

$$Mean\ Score = \frac{\sum(f \times s)}{N} \quad (5)$$

Di mana f adalah frekuensi responden pada setiap skor, s adalah skor penilaian (1-5) dan N adalah total responden

2.8 Kendall's Coefficient of Concordance (W)

Setelah itu, untuk menilai apakah terdapat konsistensi penilaian antar responden terhadap urutan indikator, dilakukan uji *Kendall's Coefficient of Concordance* (W) sesuai persamaan (6). Nilai W menunjukkan sejauh mana responden memiliki tingkat kesepakatan dalam memberikan penilaian.

$$W = \frac{12 \times S}{m^2(n^3 - n)} \quad (6)$$

Di mana S adalah jumlah kuadrat deviasi dari skor rata-rata per objek, m adalah jumlah responden, dan nilai W mendekati 1 menunjukkan kesepakatan tinggi antar penilai.

2.9 Spearman's Rank Correlation Test

Selanjutnya, untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara dua kelompok responden (misalnya antara owner dan kontraktor) dalam memberikan penilaian terhadap suatu variabel, digunakan *Spearman's Rank Correlation Test*. Uji ini menghitung koefisien korelasi berdasarkan peringkat, dan hasilnya menunjukkan apakah terdapat hubungan positif, negatif, atau tidak ada hubungan sama sekali antar kelompok dengan menggunakan persamaan (7):

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2-1)} \quad (7)$$

Di mana d selisih antara dua peringkat, n adalah jumlah pasangan peringkat, dan nilai $\rho > 0$ menunjukkan korelasi positif $\rho < 0$ menunjukkan korelasi negatif.

2.10 Mann-Whitney U Test

Selain itu, dilakukan pula *Mann-Whitney U Test* seperti pada persamaan (8) untuk menguji perbedaan persepsi antar dua kelompok independen terhadap suatu indikator. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah perbedaan skor penilaian yang diberikan oleh dua kelompok (seperti owner dan konsultan, atau konsultan dan kontraktor) bersifat signifikan secara statistik atau tidak.

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \quad (8)$$

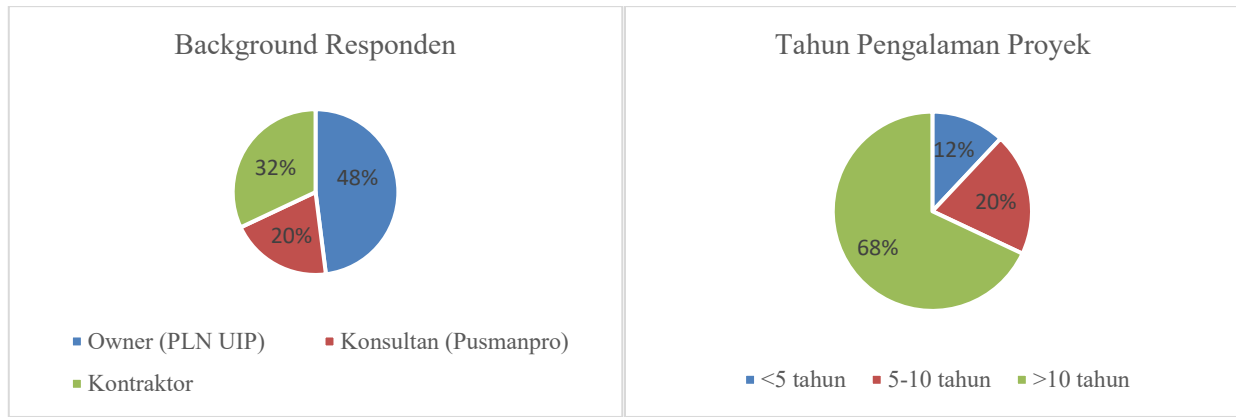
Di mana n_1, n_2 adalah jumlah responden masing-masing kelompok, R_1 adalah jumlah ranking kelompok 1, dan jika nilai $U < U_{kritis}$ maka terdapat perbedaan signifikan antara dua kelompok.

3 HASIL

3.1 Demografi Responden

Responden pada tahap survei validasi berjumlah 25 orang yang seluruhnya berasal dari area PT PLN (Persero) UIP Kalimantan Bagian Barat (UIP KLB), Komposisi responden mencakup keterwakilan dari internal PLN, Pusmanpro dan Kontraktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek Gardu Induk di area tersebut. Dari sisi jabatan, responden internal PLN umumnya berasal dari fungsi pengendalian dan perencanaan proyek serta pengelolaan informasi proyek, seperti Manager Pengendalian proyek, *Officer* Perencanaan Sipil, *Officer* Elektromekanik, *Officer* Pelaksana Pengadaan, serta peran terkait *Project Management Information System (PMIS)* dan Administrasi Teknik. Responden dari sisi Konsultan yaitu PT PLN (Persero) Pusat Manajemen Proyek (Pusmanpro) merepresentasikan fungsi pengendalian pelaksanaan konstruksi, termasuk Supervisor Sipil dan HSE. Sementara itu, responden kontraktor mencakup posisi yang berhubungan langsung dengan eksekusi pekerjaan dan penerapan BIM di lapangan, seperti *Project Manager*, *Site Manager*, *Civil Engineer*, serta *BIM modeller*.

Berdasarkan masa jabatan yang tercantum pada tabel demografi, responden menunjukkan variasi pengalaman yang cukup luas, mulai dari sekitar 1 tahun hingga 16 tahun. Beberapa responden mencantumkan masa penugasan dalam bentuk rentang tahun maupun penugasan yang masih berjalan. Variasi masa jabatan ini mengindikasikan bahwa penilaian validasi diperoleh dari responden dengan tingkat pengalaman yang beragam di lingkungan UIP KLB, sehingga masukan yang dihimpun diharapkan merepresentasikan perspektif manajerial maupun operasional secara lebih komprehensif dalam menilai potensi, tantangan dan strategi implementasi BIM pada konstruksi gardu induk.



Gambar 3. 1 a. *Background Responden Content Validity* dan b. *Tahun Pengalaman Proyek Responden Content Validity*

3.2 Validasi Ahli

Mengacu pada rekomendasi (Zamanzadeh dkk., 2015), item dapat dianggap memiliki validitas isi yang baik apabila $I-CVI \geq 0,78$. Dengan jumlah responden 25 orang, maka item dinyatakan valid apabila minimal 20 dari 25 orang responden menyatakan item tersebut valid. Sebaliknya, item dengan dukungan kurang dari 20 orang dikategorikan tidak valid dan memerlukan revisi bahkan eliminasi. Secara sistematis jika $0,7 \leq I-CVI < 0,78$ maka item memerlukan revisi, sedangkan jika $I-CVI < 0,7$ maka item di eliminasi. Untuk validitas tingkat skala, $S-CVI/Ave \geq 0,9$ menunjukkan validitas isi yang sangat baik.

3.3 Identifikasi *Content Validity*

Validasi isi instrumen pada penelitian ini dilakukan melalui penilaian responden ahli terhadap 30 parameter awal yang mencakup potensi, tantangan, dan strategi implementasi *Building Information Modelling (BIM)* pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero). Identifikasi dilakukan dengan mengkategorikan hasil penilaian responden menjadi nilai 1 untuk item valid dan nilai 0 untuk item tidak valid, sesuai dengan Tabel 3.1, Tabel 3.2 dan Tabel 3.3

Hasil uji *content validity* selanjutnya direkapitulasi pada tingkat dimensi untuk memberikan gambaran umum mengenai kualitas validitas isi instrumen penelitian. Rekapitulasi ini mencakup jumlah item pada setiap dimensi, jumlah item yang memenuhi kriteria valid, jumlah item yang belum memenuhi kriteria valid, serta nilai *Scale-Level Content Validity Index based on Average (S-CVI/Ave)*. Penyajian pada tingkat dimensi penting dilakukan agar validitas isi tidak hanya dilihat secara parsial pada masing-masing parameter, tetapi juga dievaluasi secara agregat dalam merepresentasikan konstruk utama penelitian, yaitu potensi, tantangan, dan strategi implementasi BIM. Berdasarkan hasil rekapitulasi tersebut, dapat diketahui dimensi mana yang telah memiliki tingkat kesepakatan yang kuat di antara para responden dan dimensi mana yang masih memerlukan perhatian lebih lanjut pada tahap penyempurnaan instrumen.

Tabel 3. 1 Hasil Uji Content Validity Parameter Potensi Implementasi BIM Berdasarkan Nilai I-CVI

Kode	Parameter	Jumlah Valid	I-CVI	Kesimpulan
P1	Meningkatkan Efisiensi Desain	23	0.92	Relevan
P2	Pengurangan Emisi Karbon	18	0.72	Revisi
P3	Pengurangan Limbah Material	23	0.92	Relevan
P4	Peningkatan Kolaborasi Antar Pihak	25	1	Relevan
P5	Efisiensi Waktu Proyek	24	0.96	Relevan
P6	Efisiensi biaya proyek	22	0.88	Relevan
P7	Peningkatan Kualitas Proyek	24	0.96	Relevan
P8	Peningkatan Keselamatan Kerja	24	0.96	Relevan
P9	Pemanfaatan Teknologi Berkelanjutan	25	1	Relevan
P10	Transparansi Data Proyek	23	0.92	Relevan

Tabel 3. 2 Hasil Uji Content Validity Parameter Tantangan Implementasi BIM Berdasarkan Nilai I-CVI

Kode	Parameter	Jumlah Valid	I-CVI	Kesimpulan
T1	Kurangnya pelatihan BIM	24	0.96	Relevan
T2	Resistensi Terhadap Perubahan	17	0.68	Eliminasi
T3	Biaya Awal Implementasi Tinggi	23	0.92	Relevan
T4	Kurangnya Standar dan Regulasi	21	0.84	Relevan
T5	Keterbatasan Interoperabilitas Software	22	0.88	Relevan
T6	Kurangnya Keahlian Teknis	24	0.96	Relevan
T7	Kurangnya Dukungan Manajemen Puncak	16	0.64	Eliminasi
T8	Kurangnya Kolaborasi antar Stakeholder	15	0.6	Eliminasi
T9	Kurangnya Permintaan Klien	14	0.56	Eliminasi
T10	Kurangnya Insentif Pemerintah	21	0.84	Relevan

Tabel 3. 3 Hasil Uji Content Validity Parameter Strategi Implementasi BIM Berdasarkan Nilai I-CVI

Kode	Parameter	Jumlah Valid	I-CVI	Kesimpulan
S1	Pelatihan dan Pengembangan SDM	24	0.96	Relevan
S2	Pembuatan Regulasi dan Standar BIM	25	1	Relevan
S3	Insentif Adopsi dari Pemerintah	22	0.88	Relevan
S4	Kolaborasi Industri-Akademik	24	0.96	Relevan
S5	Penguatan Manajemen Perubahan	25	1	Relevan
S6	Integrasi Teknologi dengan Workflow Proyek	25	1	Relevan
S7	Promosi dan Edukasi kepada klien	24	0.96	Relevan
S8	Penguatan Kerangka Hukum	24	0.96	Relevan
S9	Studi Kelayakan Teknologi BIM	25	1	Relevan
S10	Pengadaan perangkat lunak dan infrastruktur	24	0.96	Relevan

Berdasarkan Tabel 3.4, dari total 30 parameter yang divalidasi, sebanyak 25 parameter dinyatakan memenuhi kriteria valid, sedangkan 5 parameter belum memenuhi kriteria valid. Secara keseluruhan, instrumen memperoleh nilai S-CVI/Ave sebesar 0,901, yang menunjukkan bahwa secara agregat instrumen telah memiliki tingkat validitas isi yang baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa mayoritas parameter yang disusun telah dipandang relevan oleh para responden dalam merepresentasikan aspek-aspek penting terkait implementasi BIM pada konstruksi gardu induk. Dengan demikian, secara umum instrumen penelitian telah memiliki dasar yang memadai untuk digunakan pada tahapan analisis berikutnya, meskipun masih terdapat beberapa parameter tertentu yang perlu ditinjau ulang.

Tabel 3. 4 Rekapitulasi Hasil Content Validity per Dimensi Instrumen Penelitian

Dimensi	Jumlah Item	Item Valid	Item Tidak Valid	S-CVI/Ave
Potensi	10	9	1	0,928
Tantangan	10	6	4	0,800
Strategi	10	10	0	0,976
Total	30	25	5	0,901

4 PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji *Content Validity* Instrumen Penelitian

Hasil validasi isi menunjukkan bahwa dari 30 parameter yang diuji, sebanyak 25 parameter memenuhi kriteria validitas isi, sedangkan 5 parameter belum memenuhi ambang validitas. Penentuan validitas item dalam penelitian ini didasarkan pada nilai I-CVI minimal 0,78. Dengan jumlah 25 responden, ambang tersebut setara dengan minimal 20 responden yang menyatakan suatu item valid. Nilai S-CVI/Ave sebesar 0,901 menunjukkan bahwa secara agregat instrumen telah cukup representatif dalam merepresentasikan konstruk penelitian. Berdasarkan hasil tersebut,

sebagian besar parameter pada dimensi potensi dan seluruh parameter pada dimensi strategi telah memenuhi kriteria validitas, sedangkan pada dimensi tantangan masih terdapat beberapa parameter yang belum valid.

Secara substantif, hasil validasi memperlihatkan bahwa dimensi potensi implementasi BIM memperoleh tingkat kesepakatan yang tinggi, yang menunjukkan bahwa BIM dipersepsikan memiliki manfaat yang kuat dalam mendukung efisiensi desain, efisiensi waktu dan biaya proyek, peningkatan kualitas pekerjaan, peningkatan keselamatan kerja, pengurangan limbah material, peningkatan kolaborasi antar pihak, transparansi data proyek, serta pemanfaatan teknologi yang lebih berkelanjutan. Pada dimensi tantangan, hasil validasi menunjukkan bahwa implementasi BIM masih menghadapi hambatan yang relatif lebih kompleks dan beragam, terutama terkait aspek pelatihan, biaya awal implementasi, standar dan regulasi, interoperabilitas perangkat lunak, keahlian teknis, serta insentif pemerintah. Temuan ini menegaskan bahwa tantangan implementasi BIM tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mencakup aspek organisasi, kelembagaan, dan kesiapan ekosistem pendukung. Sementara itu, pada dimensi strategi, seluruh parameter dinyatakan valid, yang menunjukkan adanya tingkat kesepahaman yang sangat tinggi bahwa keberhasilan implementasi BIM memerlukan dukungan strategi yang komprehensif, meliputi penguatan kapasitas sumber daya manusia, penyusunan regulasi dan standar, penguatan manajemen perubahan, integrasi teknologi ke dalam proses kerja proyek, penguatan kolaborasi lintas pihak, serta dukungan kebijakan dan infrastruktur.

4.2 Tindak Lanjut Hasil Validasi Dimensi Potensi

Pada dimensi potensi, sebanyak 9 dari 10 parameter dinyatakan valid dengan nilai S-CVI/Ave sebesar 0,928, yang menunjukkan bahwa secara umum parameter-parameter pada dimensi ini telah dipandang relevan oleh responden. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa manfaat implementasi BIM pada konstruksi gardu induk paling kuat dipersepsikan pada aspek peningkatan efisiensi desain, pengurangan limbah material, peningkatan kolaborasi antar pihak, efisiensi waktu proyek, efisiensi biaya proyek, peningkatan kualitas proyek, peningkatan keselamatan kerja, pemanfaatan teknologi berkelanjutan, dan transparansi data proyek. Adapun satu parameter yang belum memenuhi kriteria validitas adalah P2 Pengurangan Emisi Karbon dengan nilai I-CVI sebesar 0,72. Parameter ini tidak langsung dieliminasi, melainkan direvisi berdasarkan masukan responden menjadi “*Sustainability* Pengelolaan Informasi Proyek”. Revisi tersebut menunjukkan bahwa responden menilai aspek keberlanjutan dalam implementasi BIM lebih tepat dipahami dalam konteks pengelolaan informasi proyek yang berkelanjutan daripada semata-mata pengurangan emisi karbon secara langsung.

4.3 Tindak Lanjut Hasil Validasi Dimensi Tantangan

Pada dimensi tantangan, hanya 6 dari 10 parameter yang dinyatakan valid, dengan nilai S-CVI/Ave sebesar 0,800. Nilai ini menunjukkan bahwa persepsi responden terhadap hambatan implementasi BIM relatif lebih beragam dibandingkan dengan dimensi potensi maupun strategi. Parameter yang dinyatakan valid meliputi kurangnya pelatihan BIM, biaya awal implementasi yang tinggi, kurangnya standar dan regulasi, keterbatasan interoperabilitas software, kurangnya keahlian teknis, serta kurangnya insentif pemerintah. Sementara itu, terdapat empat parameter yang belum memenuhi kriteria validitas, yaitu T2 Resistensi terhadap Perubahan, T7 Kurangnya Dukungan Manajemen Puncak, T8 Kurangnya Kolaborasi antar Stakeholder, dan T9 Kurangnya Permintaan Klien. Berdasarkan masukan responden, keempat parameter tersebut kemudian direvisi menjadi “Adaptasi Implementasi BIM”, “Kesiapan Organisasi dalam Implementasi BIM”, “Kurangnya Sosialisasi antar Stakeholder”, dan “Kurangnya Tim Ahli dalam Implementasi BIM”. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter yang awalnya dirumuskan belum sepenuhnya mencerminkan hambatan yang paling dirasakan dalam praktik, sehingga diperlukan penyesuaian redaksi agar lebih spesifik, kontekstual, dan sesuai dengan realitas implementasi BIM pada proyek gardu induk.

4.4 Tindak Lanjut Hasil Validasi Dimensi Strategi

Pada dimensi strategi, seluruh 10 parameter dinyatakan valid dengan nilai S-CVI/Ave sebesar 0,976, yang menunjukkan tingkat kesepakatan yang sangat tinggi di antara responden terhadap relevansi strategi yang diusulkan. Temuan ini menunjukkan bahwa responden memiliki pandangan yang relatif seragam mengenai langkah-langkah yang diperlukan untuk mendukung implementasi BIM pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero). Strategi yang tervalidasi tersebut meliputi pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia, pembuatan regulasi dan standar BIM, pemberian insentif adopsi dari pemerintah, kolaborasi industri-akademik, penguatan manajemen perubahan, integrasi teknologi dengan alur kerja proyek, promosi dan edukasi kepada klien, penguatan kerangka hukum, studi kelayakan teknologi BIM, serta pengadaan perangkat lunak dan infrastruktur. Tidak adanya parameter yang gugur

atau direvisi pada dimensi ini menunjukkan bahwa daftar strategi yang disusun sejak awal telah cukup representatif dan dipandang sesuai untuk menjawab kebutuhan implementasi BIM pada konteks penelitian.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi *Building Information Modelling* (BIM) pada konstruksi gardu induk PT PLN (Persero) menunjukkan tiga temuan utama yang menjawab fokus penelitian, yaitu potensi, tantangan, dan strategi implementasi. Dari sisi potensi, BIM dipersepsikan mampu mendukung efisiensi desain, waktu, dan biaya proyek, meningkatkan kualitas pekerjaan, keselamatan kerja, kolaborasi antar pihak, transparansi data, serta pemanfaatan teknologi yang lebih berkelanjutan. Dari sisi tantangan, implementasi BIM masih menghadapi hambatan pada aspek pelatihan, biaya awal, standar dan regulasi, interoperabilitas perangkat lunak, keahlian teknis, serta dukungan insentif. Temuan ini menunjukkan bahwa tantangan BIM tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan dengan kesiapan organisasi dan ekosistem implementasi.

Strategi implementasi BIM perlu diarahkan pada peningkatan kapasitas sumber daya manusia, penyusunan standar dan regulasi, penguatan manajemen perubahan, integrasi BIM dalam alur kerja proyek, serta penyediaan perangkat lunak dan infrastruktur pendukung. Kontribusi penelitian ini adalah tersusunnya instrumen awal yang tervalidasi untuk memetakan potensi, tantangan, dan strategi implementasi BIM pada konstruksi gardu induk. Penelitian selanjutnya disarankan melanjutkan survei utama berbasis skala Likert untuk memperoleh pemeringkatan prioritas dan rekomendasi implementasi BIM yang lebih operasional.

REFERENSI

- Abdullah, M.S., Salem, M., Said, S.O., Tantawy, M., 2024. BIM Adoption in MENA's Construction Industry: A Contractor's Perspective. *Civil Engineering Journal (Iran)* 10, 2661–2676. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-08-015>
- Alghuried, A., 2023. Measuring the Benefits and Barriers of the Implementation of BIM in Sustainable Practice in the Construction Industry of Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)* 15. <https://doi.org/10.3390/su151914323>
- Al-Raqeb, H., Ghaffar, S.H., Haitherali, H., Gopakumar, A., 2024. Overcoming Barriers to Implementing Building Information Modelling in Kuwait's Ministry of Public Works: A Framework for Sustainable Construction. *Buildings* 14. <https://doi.org/10.3390/buildings14010130>
- Alverinaldo, M.A., Nugroho, A.S.B., 2024. Analysis of Factors Inhibiting the Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects. *Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil* 12, 220–230. <https://doi.org/10.33558/bentang.v12i2.7984>
- Chan, D.W.M., Olawumi, T.O., Ho, A.M.L., 2019. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering* 25. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100764>
- Cheng, Q., Tayeh, B.A., Abu Aisheh, Y.I., Alaloul, W.S., Aldahdooh, Z.A., 2024. Leveraging BIM for Sustainable Construction: Benefits, Barriers, and Best Practices. *Sustainability* 16, 7654. <https://doi.org/10.3390/su16177654>
- Datta, S.D., Tayeh, B.A., Hakeem, I.Y., Abu Aisheh, Y.I., 2023. Benefits and Barriers of Implementing Building Information Modeling Techniques for Sustainable Practices in the Construction Industry—A Comprehensive Review. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su151612466>
- Kineber, A.F., Othman, I., Famakin, I.O., Oke, A.E., Hamed, M.M., Olayemi, T.M., 2023. Challenges to the Implementation of Building Information Modeling (BIM) for Sustainable Construction Projects. *Applied Sciences (Switzerland)* 13. <https://doi.org/10.3390/app13063426>
- Lew, Y.L., Ng, C.J., Lee, W.P., Yow, L.P., 2025. Awareness of Building Information Modelling Incentive Scheme in The Malaysian Construction Industry, dalam: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1453/1/012008>

- Mishra, A., Hasan, A., Jha, K.N., 2024. A Holistic Evaluation of BIM Implementation Barriers in the Indian Construction Industry: Pre- and Post-Adoption Perspectives. *Int. J. Constr. Educ. Res.* 20, 358–380. <https://doi.org/10.1080/15578771.2024.2320108>
- Murti, C.K., Muslim, F., 2023. Relationship between Functions, Drivers, Barriers, and Strategies of Building Information Modelling (BIM) and Sustainable Construction Criteria: Indonesia Construction Industry. *Sustainability (Switzerland)* 15. <https://doi.org/10.3390/su15065526>
- Prihawantoro, S., Joko Santosa Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi, dan, Pengkajian dan Penerapan Teknologi, B., t.t. The Influence of Power Sector on National Economy: Input-Output Analysis.
- Rinchen, S., Banihashemi, S., Alkilani, S., 2024. Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. *Project Leadership and Society* 5. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100138>
- Shahid, M.U., Aleem, A., Shahid, H., Waleed, M., 2025. Barriers, Potential Use, Competitiveness, and Implementation Framework of Building Information Modeling (BIM) in the Construction Industry of Pakistan. *Jordan Journal of Civil Engineering* 19, 1–12. <https://doi.org/10.14525/JJCE.v19i1.01>
- Szafranko, E., Czyż, M., 2024. Analysis of Tendencies, Change and Strength of Barriers Limiting the Development of BIM: A Novelty Assessment Method. *Sustainability (Switzerland)* 16. <https://doi.org/10.3390/su16166797>
- Toyin, J.O., Mewomo, M.C., 2023. An investigation of barriers to the application of building information modelling in Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology* 21, 442–468. <https://doi.org/10.1108/JEDT-10-2021-0594>
- Tran, T. Van, Tran, H.V.V., Nguyen, T.A., 2024. A Review of Challenges and Opportunities in BIM Adoption for Construction Project Management. *Engineering Journal* 28, 79–98. <https://doi.org/10.4186/ej.2024.28.8.79>
- Yılmaz, İ.C., Yılmaz, D., Kandemir, O., Tekin, H., Atabay, Ş., Bulut Karaca, Ü., 2024. Barriers to BIM Implementation in the HVAC Industry: An Exploratory Study. *Buildings* 14. <https://doi.org/10.3390/buildings14030788>
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., Nikanfar, A.-R., 2015. Design and Implementation Content Validity Study: Development of an instrument for measuring Patient-Centered Communication. *J. Caring Sci.* 4, 165–178. <https://doi.org/10.15171/jcs.2015.017>