



Analisis Kesiapan, Hambatan, dan Startegi Adopsi Building Information Modeling (BIM) pada Proyek Perumahan Skala Menengah Kebawah

Widi Hidayat, Agung Sakti Meldian

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Dian Nusantara

521221118@mahasiswa.undira.ac.id

Abstrak

Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada proyek perumahan skala menengah ke bawah di Jabodetabek masih menghadapi hambatan operasional akibat durasi fast-track (2–4 bulan) dan margin keuntungan yang terbatas. Penelitian kuantitatif-deskriptif ini bertujuan menganalisis tingkat kesiapan, memeringkatkan hambatan utama, serta merumuskan strategi adopsi BIM yang adaptif dan ramah biaya. Evaluasi dilakukan menggunakan integrasi kerangka STOR (SDM, Teknologi, Organisasi, Regulasi), pemeringkatan Relative Importance Index (RII), serta sintesis matriks IFE, EFE, IE, dan TOWS berbasis data kuesioner dari $N = 42$ praktisi konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan adopsi BIM berada pada fase transisi awal, di mana 57,15% instansi belum menjadikan BIM sebagai SOP baku dan penerapannya masih didominasi BIM 3D (50,00%). Meskipun persepsi manfaat internal tergolong sangat positif ($RII = 0,812$), adopsi terhambat oleh empat kendala utama: ketidaksiapan rantai pasok/mandor lokal ($RII = 0,771$), kelangkaan SDM ahli ($RII = 0,758$), tinggi biaya investasi awal ($RII = 0,742$), dan resistensi budaya kerja ($RII = 0,672$). Penerapan BIM dari awal (start from scratch) dinilai tidak layak untuk proyek singkat, namun sangat layak melalui pendekatan Light BIM (BIM Level 2) menggunakan standardized template model (Tipe 36 & 45). Hasil analisis kuantitatif ($TWS_{IFE} = 3,165$; $TWS_{EFE} = 3,558$) mendudukkan posisi organisasi pada Kuadran I Matriks IE (Strategi Agresif), yang diwujudkan melalui skema insentif PBG, pelatihan bersubsidi, dan workflow OpenBIM.

Kata kunci: Building Information Modeling (BIM), Perumahan Menengah ke Bawah, Relative Importance Index (RII), Kerangka STOR, Matriks IE, Strategi Adopsi.

Abstract

The implementation of Building Information Modeling (BIM) in lower- to middle-income housing projects in the Jabodetabek area still faces operational challenges due to fast-track project durations of only 2–4 months and limited profit margins. This quantitative-descriptive study aims to assess BIM readiness, rank the main barriers, and formulate adaptive and cost-efficient adoption strategies. The evaluation integrates the STOR framework, covering Human Resources, Technology, Organization, and Regulation, with the Relative Importance Index (RII) and synthesis of the IFE, EFE, IE, and TOWS matrices based on questionnaire data from 42 construction practitioners. The results show that BIM adoption remains in an early transition stage, with 57.15% of organizations not yet establishing BIM as a standard operating procedure and implementation still dominated by 3D BIM at 50.00%. Although perceived internal benefits are highly positive ($RII = 0.812$), adoption is constrained by four main barriers: unprepared local supply chains and foremen ($RII = 0.771$), scarcity of skilled personnel ($RII = 0.758$), high initial investment costs ($RII = 0.742$), and resistance to workplace culture change ($RII = 0.672$). Full BIM implementation from scratch is considered unsuitable for short-duration projects, whereas a Light BIM approach at BIM Level 2 using standardized Type 36 and 45 model templates is considered feasible. Quantitative analysis ($TWS_{IFE} = 3.165$; $TWS_{EFE} = 3.558$) places the organization in Quadrant I of the IE Matrix, supporting an aggressive strategy through PBG incentives, subsidized training, and OpenBIM workflows.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Lower-Middle-Income Housing, Relative Importance Index (RII), STOR Framework, IE Matrix, Adoption Strategy

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor pemacu pertumbuhan ekonomi nasional. Dalam praktiknya, pelaksanaan proyek konstruksi sering menghadapi tantangan klasik berupa rendahnya koordinasi interdisiplin, keterlambatan jadwal, serta ketidaktepatan estimasi biaya (Putra, 2025). Kesalahan estimasi biaya konvensional

berbasis perhitungan kuantitas manual (*quantity take off*) dari gambar 2D rentan memicu *cost overrun* dan sengketa (*dispute*) volume antara owner dan kontraktor (Widiasanti et al., 2023).

Sebagai solusi efisiensi di era Industri 4.0, *Building Information Modeling* (BIM) menawarkan integrasi data spasial 3D dan data non-spasial sepanjang siklus hidup bangunan. Penerapan dimensi BIM 5D mengintegrasikan model fisik 3D dengan waktu (4D) dan biaya (5D) secara *real-time* (Widiasanti et al., 2023). Pemerintah Indonesia telah menetapkan kewajiban BIM pada Bangunan Gedung Negara non-sederhana melalui Permen PUPR No. 22/PRT/M/2018 dan SE DJCK No. 49/SE/DC/2024 (Kementrian PUPR, 2024).

Namun demikian, adopsi BIM di segmen kontraktor dan pengembang perumahan skala menengah ke bawah masih sangat terbatas. Karakteristik proyek perumahan menengah ke bawah yang berdurasi singkat (*fast-track* 2–4 bulan), bermargin keuntungan tipis, dan sangat bergantung pada rantai pasok/mandor tradisional memicu kesenjangan adopsi digital dibandingkan proyek berskala besar.

1.2. Tinjauan Pustaka

Perkembangan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) dalam industri konstruksi global telah mengalami pergeseran paradigma dari sekadar alat visualisasi tiga dimensi menjadi pusat integrasi informasi dan kolaborasi seluruh siklus hidup proyek. (Succar, 2009) mengemukakan kerangka teoritis kedewasaan BIM (*BIM Maturity Framework*) yang mengklasifikasikan tahap adopsi teknologi ke dalam pilar taksonomi STOR (*Human Resources, Technology, Organization, Regulation*). Dalam pilar SDM, keberhasilan adopsi bergantung pada kompetensi teknis personel, kesiapan transformasi digital, serta dukungan manajemen puncak (Siregar et al., 2024). Dari pilar teknologi dan organisasi, ketersediaan perangkat keras, perangkat lunak terintegrasi, serta penataan *Standard Operating Procedure* (SOP) dan *BIM Execution Plan* (BEP) menjadi pondasi utama pertukaran data berbasis *Common Data Environment* (CDE) (Mieslenna & Wibowo, n.d.), (Riyadi et al., 2024). Sementara itu, pilar regulasi menyediakan landasan hukum dan standar insentif pemerintah yang mengarahkan kepatuhan industri (Kementrian PUPR, 2024).

Penerapan teknologi BIM 3D, 4D, dan 5D secara terintegrasi menawarkan manfaat signifikan dalam meminimalisasi risiko kegagalan proyek. Pemodelan 3D memungkinkan deteksi benturan (*clash detection*) antar elemen arsitektur, struktur, dan mekanikal-elektrikal sebelum konstruksi fisik dimulai (Sangadji et al., 2019). Integrasi dimensi waktu (BIM 4D) dan biaya (BIM 5D) memfasilitasi ekstraksi *Quantity Take-Off* (QTO) secara otomatis berbasis parameter objek, sehingga akurasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat meningkat drastis serta menekan pengerjaan ulang (*rework*) hingga batas minimum (Widiasanti et al., 2023), (Umam et al., 2022). Penelitian (Cinthia Ayu Berlian P., 2016) serta (Ulil Albab & Erizal, 2021) menegaskan bahwa perbandingan efisiensi antara metode BIM dan konvensional menunjukkan penghematan durasi dan transparansi alokasi sumber daya yang nyata pada fase pra-konstruksi.

Meskipun efektivitas BIM telah teruji secara ekstensif pada proyek infrastruktur mega dan *high-rise building*, penerapannya pada kontraktor kecil dan menengah (SMEs) serta pengembang perumahan skala menengah ke bawah menghadapi dinamika yang bertolak belakang. Studi yang dilakukan (Ismail et al., 2022) dan (Mieslenna & Wibowo, n.d.) mengidentifikasi bahwa kontraktor skala UKM sering terjebak dalam kendala struktur kapital, kelangkaan SDM ahli, serta tingginya investasi awal perangkat keras dan lisensi perangkat lunak. Pada segmen perumahan landed, kompleksitas bertambah akibat tingginya ketergantungan pada rantai pasok lokal dan kelompok mandor borongan tradisional dengan tingkat literasi digital terbatas. Selain itu, proyek perumahan landed umumnya dicirikan oleh siklus konstruksi *fast-track* berdurasi 2 hingga 4 bulan per unit. (Hatami et al., 2026). menekankan bahwa skema *fast-track* membutuhkan manajemen risiko yang ketat; apabila alur pemodelan BIM dilakukan secara menyeluruh dari awal (*start from scratch*) pada saat proyek dimulai, durasi setup model justru berpotensi memicu keterlambatan jadwal operasional.

Untuk mengidentifikasi dan memeringkatkan tingkat urgensi dari faktor hambatan maupun manfaat adopsi, berbagai penelitian ilmiah menggunakan instrumen kuantifikasi *Relative Importance Index* (RII). Penggunaan RII memfasilitasi pemetaan bobot persepsi responden secara objektif melalui konversi skala Likert. Dalam perumusan langkah strategis organisasi, metode analisis kuantitatif matriks evaluasi faktor internal dan eksternal (*Internal Factor Evaluation* / IFE dan *External Factor Evaluation* / EFE) yang dipelopori oleh (David & David, 2017) serta Matriks TOWS oleh (Weihrich, 1982) terbukti efektif memetakan posisi strategis perusahaan pada Matriks Internal-External (IE). Kombinasi instrumen statistik RII dengan matriks keputusan strategis IFE-EFE-IE-TOWS menjadi pendekatan komprehensif untuk merumuskan formulasi adopsi teknologi yang spesifik, adaptif, dan ramah biaya (*cost-effective*).

1.3. Perumusan Masalah

1. Bagaimana tingkat kesiapan kontraktor perumahan menengah ke bawah terhadap teknologi BIM berdasarkan kerangka STOR?
2. Apa saja faktor hambatan utama yang dihadapi dalam mengadopsi BIM pada segmen proyek ini?
3. Bagaimana formulasi strategi adopsi BIM yang efektif, efisien, dan ramah biaya (*cost-effective*) untuk diterapkan pada proyek perumahan skala menengah ke bawah?

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengukur tingkat kesiapan organisasi (STOR), memeringkatkan hambatan utama menggunakan *Relative Importance Index* (RII), serta merumuskan strategi adopsi berbasis integrasi matriks IFE, EFE, IE, dan TOWS bagi proyek perumahan skala menengah ke bawah.

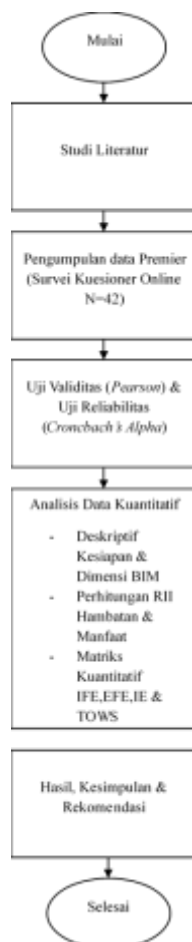
1.5. Ruang Lingkup dan Batasan

Studi dibatasi pada proyek perumahan landed housing skala menengah ke bawah di wilayah Jabodetabek dengan harga unit di bawah Rp1.000.000.000,- dan durasi pelaksanaan *fast-track* (2–4 bulan). Evaluasi teknologi difokuskan pada dimensi BIM 3D hingga 5D.

2. Metode Penelitian

2.1. Panjang Manuskrip (sub judul tidak cetak tebal)

Penelitian menggunakan pendekatan Kuantitatif-Deskriptif yang mengombinasikan studi literatur sistematis dan survei kuesioner terstruktur kepada praktisi konstruksi di wilayah Jabodetabek.



Gambar 1 Diagram Alir

2.2. Objek dan Responden Penelitian

- Objek: Kontraktor dan pengembang perumahan skala menengah ke bawah di Jabodetabek dengan kriteria proyek berdurasi 2–4 bulan dan harga unit Rp 1.000.000.000,-.
- Responden: Sampel N = 42 dipilih menggunakan teknik Purposive Sampling, terdiri dari *Quantity Surveyor* (35,71%), *Project Manager/Site Manager* (26,19%), *Engineer* (16,67%), *Arsitek/Drafter* (14,29%), dan *Pengawas/QC* (7,14%).

2.3. Pengumpulan Data dan Instrumen

Data primer diperoleh melalui kuesioner online berbasis skala Likert 1–5. Instrumen dibagi menjadi 5 bagian: Profil Demografi (Bagian A), Tingkat Adopsi Eksisting (Bagian B), Persepsi Manfaat C1–C5 (Bagian C), Perangkingan Hambatan D1–D4 (Bagian D), dan Strategi Kebijakan E1–E4 (Bagian E).

2.4. Metode Analisis Data

1. Uji Instrumen

- Uji Validitas (*Pearson Product Moment*): Mengukur korelasi antara skor item kuesioner dengan skor total. Butir instrument dinyatakan valid apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$. Untuk sampel N=42 pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, diperoleh dari nilai $r_{tabel} = 0,304$.
- Uji Reliabilitas (*Cronbach's Alpha*): Mengevaluasi konsistensi internal instrument kuesioner menggunakan formula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

di mana K adalah jumlah item pertanyaan, σ_i^2 adalah varian skor item ke- i , dan σ_t^2 adalah varians total skor. Instrument dikategorikan reliabel jika $\alpha > 0,60$.

2. Formula Relativ Importance Index (RII)

Relative Importance Index (RII) digunakan untuk mengonversi data ordinal dari skala likert menjadi indeks numerik kontinu berkisar 0,00 hingga 1,00 (Akadiri, 2011). RII memfasilitasi pemeringkatan indikator manfaat dan hambatan adopsi BIM secara presisi melalui persamaan:

$$RII = \frac{\sum w}{A \cdot N} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{5 \cdot N}$$

Di mana:

- w = bobot yang diberikan pada masing-masing jawaban oleh responden (skala 1 sampai 5)
- A = bobot tertinggi (yaitu 5)
- N = jumlah total responden ($N = 42$)
- $1n_1, 2n_2, 3n_3, 4n_4, 5n_5$ = jumlah responden yang memilih opsi 1,2,3,4, dan 5

Klasifikasi tingkat kepentingan berdasarkan nilai RII mengacu pada ketentuan baku (Gunduz, 2013).

- $0,800 \leq RII \leq 1,000$: Kategori “sangat tinggi”
- $0,600 \leq RII < 0,800$: Kategori “Tinggi”
- $0,400 \leq RII < 0,600$: Kategori “Sedang”
- $0,200 \leq RII < 0,400$: Kategori “Rendah”
- $RII < 0,200$: Katogori “Sangat Rendah”

3. Formula Kuantitatif Matriks IFE,EFE,IE dan TOWS

Penentuan posisi strategis organisasi dan perumusan rekomendasi kebijakan dilakukan melalui 4 tahap kuantifikasi (David & David, 2017; Weihrich, 1982).

- Perhitungan Bobot Normalisasi (W_i, W_j) : Bobot fator internal (W_i) dan eksternal (W_j) dihitung berdasarkan proporsi nilai RII indicator terhadap total RII seluruh factor dalam matriks:

$$W_i = \frac{RII_i}{\sum_{i=1}^m RII_i}, \text{ dengan } \sum_{i=1}^m W_i = 1,00$$

- Penetapan Rating (R_i, R_j): Rating factor internal (1-4) ditetapkan berdasarakan efektivitas merespons kondisi (1=Sangat Lemah, 4=Sangat Kuat). Rating factor eksternal (1-4) mengukur kemampuan organisasi manfaat peluang atau meminimalkan ancama.
- Perhitungan Skor Tertimbang (WS): Skor tertimbang individual dihitung dengan mengalikan bobot dan rating:

$$WS_i = W_i \times R_i, WS_j = W_j \times R_j$$

Nilai TWS_{IFE} (sumbu x) dan TWS_{EFE} (sumbu y) diplot ke dalam matriks IE-9sel untuk menentukan kuadran startegi utama (Growth & Build, Hold & Maintai, atau Harvest & divest). Selanjutnya, matriks TOWS memposisikan persilangan factor S-O, W-O, S-T, dan W-T untuk memformulasikan rencana aksi taktis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Profil Demografi Responden

Karakteristik demografi dari N=42 responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini di rangkum pada tabel 1.

Tabel 1. Profil Demografi Responden (N=42)

Parameter Demografi	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jabatan/Peran Utama	Quantity Surveyor (QS) / Cost Estimator	15	35,71%
	Project Manager / Site Manager	11	26,19%
	Structural / MEP Engineer	7	16,67%
	Arsitek / Drafter	6	14,29%
	Quality Control (QC) / Supervisor / Pengawas	3	7,14%
	Total	42	100,00%
Jenis Instansi	Kontraktor Utama (General Contractor)	27	64,29%
	Konsultan Perencana / Pengawas	6	14,29%
	Sub-Kontraktor	3	7,14%
	Gabungan Perencana & Kontraktor	6	14,29%
	Total	42	100,00%
Pengalaman Kerja	2 – 5 Tahun	21	50,00%
	> 10 Tahun	9	21,43%
	6 – 10 Tahun	6	14,29%
	< 2 Tahun	3	7,14%
	Belum Berpengalaman (Hanya CAD 2D)	3	7,14%
	Total	42	100,00%

3.2. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Pengujian validitas item dan konsistensi reliabilitas dilakukan pada seluruh indicator variabel kuesioner. Hasil rekapitulasi pengujian ditampilkan pada table 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Kode Butir	Nilai r_{hitung}	Nilai r_{tabel}	Status Validitas	Koefisien Nilai α	Status Reliabilitas
C1-C5	0,813~0,917	0,304	Valid	0,92	Reliabel ($\alpha > 0,60$)
D1-D4	0,524~0,894	0,304	Valid	0,68	Reliabel ($\alpha > 0,60$)
E1-E4	0,713~0,770	0,304	Valid	0,73	Reliabel ($\alpha > 0,60$)

Seluruh butir instrument memiliki nilai $r_{hitung} > 0,304$ serta memenuhi koefisien $\alpha > 0,60$, sehingga instrument dinyatakan valid dan konsisten secara internal untuk analisis kuantitatif lebih lanjut.

3.3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Kondisi ekisting adopsi BIM pada perusahaan perumahan menengah kebawah dianalisis melalui frekuensi penggunaan BIM pada portofolio proyek dan dimensi BIM yang sering diimplementasikan, sehingga disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Frekuensi Penerapan BIM pada Portofolio Proyek Instansi

Kategori Frekuensi	Deskripsi Tingkat Penerapan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jarang	Penerapan hanya pada proyek tertentu (< 25% proyek)	18	42,86%
Sangat Sering	Wajib pada seluruh portofolio proyek (100% proyek)	9	21,43%
Sangat Jarang	Tidak pernah diterapkan (0% proyek)	6	14,29%
Kadang-kadang	Penerapan pada 25% – 50% proyek	6	14,29%
Sering	Penerapan pada 50% – 75% proyek	3	7,14%
Total		42	100,00%

Tabel 4. Distribusi Dimensi BIM yang diimplementasikan

Dimensi BIM	Deskripsi Fungsi Utama	Jumlah (n)	Persentase (%)
BIM 3D	Pemodelan Parametrik, Visualisasi 3D, & <i>Clash Detection</i>	21	50,00%
Belum Ada	Masih mengandalkan CAD 2D & Spreadsheet (MS Excel)	18	42,86%
BIM 4D	Integrasi Model 3D dengan Penjadwalan Waktu (<i>Time</i>)	3	7,14%
BIM 5D	Integrasi Model 3D dengan Estimasi Biaya & RAB (<i>Cost</i>)	0	0,00%
Total		42	100,00%

Berdasarkan data Tabel 3 dan Tabel 4, terungkap bahwa 51,15% instansi belum menjadikan BIM sebagai Prosedur Operasional Standar (SOP) baku (gabungan kategori jarang dan sangat jarang).

Dari sisi dimensi teknologi, penggunaan BIM didominasi oleh BIM 3D (50,00%), sementara 0,00% instansi belum menerapkan BIM 5D.

3.4. Pemeringkatan Manfaat Internal dan Hambatan Utama (Analisis RII)

Hasil analisis kuantitatif yang diperoleh dari formula RII untuk persepsi manfaat internal, factor hambatan dan peluang kebijakan dievaluasi pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 5. Evaluasi Persepsi Manfaat Implementasi BIM

Kode	Indikator Manfaat BIM	Rerata X	Deviasi Standar (S)	Nilai RII	Kategori Interpretasi	Peringkat
C1	Mempermudah koordinasi interdisiplin & <i>clash detection</i>	4,21	0,68	0,843	Sangat Tinggi / Sangat Setuju	1
C2	Mengurangi tingkat pengerjaan ulang (<i>rework</i>) akibat kesalahan gambar	4,14	0,65	0,829	Tinggi / Setuju	2
C4	Mempermudah ekstraksi volume & efisiensi RAB/sisa material (BIM 5D)	4,07	0,81	0,814	Tinggi / Setuju	3
C3	Mempercepat waktu penyelesaian perencanaan & pelaksanaan (BIM 4D)	3,93	0,71	0,786	Tinggi / Setuju	4
C5	Mengoptimalkan jumlah SDM dalam tim koordinasi teknis	3,93	0,81	0,786	Tinggi / Setuju	5
Rerata Total Manfaat (C)		4,06	0,73	0,812	Tinggi / Setuju	

Tabel 6. Evaluasi Hambatan Adopsi BIM

Kode	Indikator Hambatan Adopsi BIM	Rerata (X)	Deviasi Standar (S)	Nilai RII	Kategori Interpretasi	Peringkat Hambatan
D4	Ketidaksiapan rantai pasok proyek (<i>subcontractor, mandor, supplier</i>)	3,86	1,14	0,771	Sangat Tinggi / Hambatan Utama	1
D2	Kurangnya ketersediaan SDM ahli yang menguasai BIM	3,79	0,68	0,671	Tinggi / Signifikan	2
D1	Biaya investasi awal (lisensi <i>software, hardware, training</i>) mahal	3,71	0,89	0,743	Tinggi / Signifikan	3
D3	Resistensi/keengganan manajemen senior & pekerja lapangan mengubah <i>habit</i> (CAD 2D)	3,36	0,98	0,671	Tinggi / Signifikan	4
Rerata Total Hambatan (D)		3,68	0,92	0,736	Tinggi / Signifikan	

Tabel 7. Evaluasi Strategi dan Rekomendasi Kebijakan Adopsi BIM

Kode	Indikator Strategi & Kebijakan	Rerata (X)	Deviasi Standar (S)	Nilai RII	Kategori Kebutuhan	Peringkat
E3	Kebijakan insentif khusus (keringanan pajak <i>software</i> / kemudahan PBG)	4,03	0,99	0,806	Tinggi/Setuju	1
E4	Pelatihan & sertifikasi BIM bersubsidi/gratis dari pemerintah & asosiasi	3,98	1,14	0,795	Tinggi/Setuju	2
E2	Kejelasan dan sosialisasi Standar Nasional BIM Indonesia (Template Spesifik)	3,62	0,88	0,724	Tinggi/Setuju	3
E1	Efektivitas kebijakan pemerintah saat ini (Permen PUPR No. 22/PRT/M/2018)	3,55	0,63	0,719	Tinggi/Setuju	4
Rerata Total Hambatan (D)		3,98	1,14	0,795	Tinggi / Setuju	

Temuan statistik pada table 5 memperlihatkan bahwa persepsi praktis terhadap manfaat BIM sangat positif (RII=0,812), Kemampuan *clash detection* (RII=0,842) dan penegahan rework (RII=0,829) diakui sebagai nilai tambah utama yang berpotensi menghemat anggaran konstruksi.

Namun demikian, data table 6 mengonfirmasi bahwa kendala operasional di lapangan sangat berat. Hambatan peringkat pertama adalah ketidak siapan rantai pasok dan Mandor local (RII=0,771). Pada peroyek perumahan landed, eksekusi fisik diserahkan kepada sub-kontraktor atau mandor Borongan tradisional. Dokumentasi CDE berbasis digital terputus di lapangan karena pekerja fisik tidak dapat membaca format model 3D interaktif pada pegawai mereka. Hambatan berikutnya diikuti oleh kelangkaan SDM Ahli (RII=0,671).

3.5. Evaluasi Kelayakan BIM pada Proyek Perumahan Fast-Track (2–4 Bulan)

Durasi pengerjaan yang amat singkat (fast-track 2–4 bulan per unit) memunculkan pertanyaan kritis mengenai kelayakan implementasi BIM. Jika pemodelan dilakukan secara komprehensif dari awal (start from scratch) pada saat proyek dimulai, hal tersebut dinilai tidak layak (unfeasible). Penyiapan template, pemodelan parametrik elemen struktur-arsitektur, dan penginputan parameter harga membutuhkan waktu setup 2 hingga 4 minggu—memakan 25% hingga 50% total durasi proyek.

Sebagai solusinya, pendekatan yang sangat layak (highly feasible) adalah menerapkan kerangka Light BIM (BIM Level 2) berbasis Standardized Template Model. Mengingat perumahan landed bersifat tipikal (seperti Tipe 36/60 atau Tipe 45/84), pengembang/kontraktor cukup menyiapkan digital library dan template model 3D terintegrasi sebelum proyek dimulai (pre-construction stage). Pada saat pengerjaan lapangan berjalan:

- Model 3D hanya digunakan oleh engineer kantor untuk clash detection dan validasi volume RAB otomatis (RII=0,842).
- Gambar keluaran (*output*) yang diserahkan kepada mandor lapangan diekstraksi menjadi gambar 2D detail terkonversi (*Simplified 2D Extraction*) yang dilengkapi proyeksi isometrik 3D sederhana. Dengan demikian, alur kerja di lapangan tetap familiar bagi tenaga kerja tradisional tanpa memicu biaya lisensi tambahan pada gawai lapangan

3.5. Formulasi Kuantitatif Matriks IFE, EFE, Posisi IE, dan Strategi TOWS

Kuantifikasi faktor internal dan eksternal diolah ke dalam Matriks IFE dan EFE sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Matrix Internal Factor Evaluation (IFE)

Kode	Indikator Faktor Internal	Nilai RII	Bobot Normalisasi (Wi)	Rating (Ri)	Skor Tertimbang (WSi=Wi x Ri)
Strengths (S)					
C1	BIM mempermudah koordinasi antardisiplin (Arsitektur, Struktur, MEP) dan mendeteksi benturan desain (clash detection) sebelum konstruksi.	0,843	0,135	4	0,541
C2	Penggunaan BIM secara signifikan mengurangi tingkat pengerjaan ulang (rework) di lapangan akibat kesalahan gambar kerja.	0,829	0,133	4	0,532
C3	Metode BIM (khususnya 4D) mempercepat waktu penyelesaian tahapan perencanaan dan pelaksanaan proyek dibanding CAD 2D.	0,786	0,126	4	0,504
C4	Penggunaan BIM 5D mempermudah ekstraksi volume material secara otomatis sehingga meminimalkan sisa material (waste) dan menghemat RAB.	0,814	0,131	3	0,392
C5	Implementasi BIM mengoptimalkan penggunaan jumlah SDM dalam tim koordinasi teknis proyek.	0,786	0,126	3	0,378
Weaknesses (W)					
D3	Adanya resistensi/keengganan dari manajemen senior maupun pekerja lapangan untuk mengubah kebiasaan lama (CAD 2D).	0,671	0,108	3	0,215
D2	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja ahli (SDM) yang menguasai BIM menjadi kendala utama transisi kerja di perusahaan Anda.	0,757	0,122	2	0,243
D1	Biaya investasi awal (lisensi software resmi, upgrade hardware komputer, dan sertifikasi)	0,743	0,199	2	0,357

	dinilai terlalu mahal untuk perumahan menengah ke bawah.				
TOTAL IFE		6,229	1,000	-	TW SIFE =3,165

Kode	Indikator Faktor Internal	Nilai RII	Bobot Normalisasi (Wi)	Rating (Ri)	Skor Tertimbang (WSi=WixRi)
Opportunities (O)					
E4	Pelatihan BIM bersertifikasi gratis atau bersubsidi dari pemerintah dan asosiasi profesi sangat dibutuhkan untuk percepatan SDM.	0,795	0,135	4	0,746
E3	Pemerintah perlu memberikan insentif khusus (keringanan pajak software / kemudahan izin PBG/IMB) bagi pengembang yang menerapkan BIM.	0,806	0,133	4	0,761
E2	Standar nasional BIM di Indonesia (protokol kerja, template standar) masih kurang jelas dan kurang tersosialisasi dengan baik.	0,724	0,126	4	0,847
E1	Kebijakan pemerintah saat ini (Permen PUPR) sudah cukup efektif mendorong kepatuhan industri konstruksi.	0,710	0,126	3	0,627
Thereats (T)					
D4	Kolaborasi BIM sulit terwujud karena rantai pasok proyek (subkontraktor/mandor/supplier lokal) belum memiliki teknologi berbasis BIM.	0,771	0,108	3	0,608
TOTAL EFE		3,806	1,000	-	TW SEFE =3,588

Hasil analisis kuantitatif menghasilkan Total Skor Tertimbang $TWS_{IFE} = 3,165$ dan $TWS_{EFE} = 3,558$.

Titik koordinat berada tepat pada Kuadran I Matriks IE (Growth & Build / Agresif). Posisi ini menandakan bahwa organisasi memiliki kekuatan internal yang cukup memadai dan didukung oleh peluang eksternal yang sangat besar untuk tumbuh pesat melalui adopsi teknologi.

Berdasarkan pemetaan tersebut, skenario persilangan strategi diformulasikan menggunakan Matriks TOWS:

Strategi SO (*Strengths - Opportunities / Agresif*):

Memanfaatkan keunggulan *clash detection* dan koordinasi digital internal (C1) untuk mengejar skema perizinan PBG (Persetujuan Bangunan Gedung) jalur cepat yang terintegrasi dengan pemodelan BIM (E3).

Membangun pustaka komponen digital (*Standardized Template Model*) perumahan tipikal Tipe 36 dan Tipe 45 (E2) guna mengotomatisasi perhitungan RAB 5D secara presisi (C4).

Strategi WO (*Weaknesses - Opportunities / Turnaround*):

Mengirimkan staf teknik internal untuk mengikuti program sertifikasi dan pelatihan BIM bersubsidi yang diselenggarakan pemerintah/asosiasi profesi (E4) guna mengatasi kelangkaan SDM ahli (D2).

Mengadopsi lunak freeware/OpenBIM (seperti *BIMx*, *IFC viewers*) untuk menekan beban biaya lisensi awal (D1).

Strategi ST (*Strengths - Threats / Diversifikasi*):

Menggunakan modul visualisasi 3D isometrik terkonversi dari model BIM (C1) sebagai panduan komunikasi visual bagi mandor/tenaga kerja lapangan yang belum melek digital (D4).

Strategi WT (*Weaknesses - Threats / Defensif*):

Mengoperasikan alur kerja Light BIM (Level 2) secara terbatas pada fase pra-konstruksi guna meminimalkan risiko keterlambatan jadwal proyek fast-track akibat ketidaksiapan ekosistem lapangan (D1, D4).

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data kuantitatif dan pembahasan yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa: 1). Tingkat Kesiapan (STOR): Adopsi BIM pada kontraktor/pengembang perumahan skala menengah ke bawah di Jabodetabek berada pada fase transisi awal (early adoption). Sebesar 57,15% instansi belum menjadikan BIM sebagai SOP baku, dan penerapannya terpusat pada BIM 3D (50,00%), sementara penerapan BIM 5D terintegrasi masih 0,00%. 2). Hambatan Utama: Meskipun persepsi manfaat internal sangat tinggi (RII=0,812), adopsi terhambat oleh empat kendala utama: Ketidaksiapan Rantai Pasok/Mandor Lokal (RII=0,771), Kelangkaan SDM Ahli (0,671), Tinggi Biaya Investasi Awal (0,743), dan Resistensi Budaya Kerja (0,671). 3). Formulasi Strategi: Pemetaan Matriksi IE berada pada Kuadran I (0,812) yang merekomendasikan Strategi *Agresif (Growth & Build)*. Skema adopsi paling efisien untuk proyek fast-track (2–4 bulan) adalah penerapan Light BIM (BIM Level 2) berbasis Standardized Template Model (Tipe 36 & 45) yang disiapkan pada fase pra-konstruksi serta disinergikan dengan insentif perizinan PBG.

Reference

1. Akadiri, O. P. (2011). *Development Of A Multi-Criteria Approach For The Selection Of Sustainable Materials For Building Projects*.
2. Cinthia Ayu Berlian P., R. P. A. A. H. H. N. (2016). *Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (Bim) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)* (Vol. 5, Number 2). Halaman. [Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkts](http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkts)
3. David & David. (2017). *Strategic Management: A Competitive Advantage Approach (16th Ed.)*.
4. Gunduz, M. , N. Y. , & O. M. (2013). Gunduz. *Quantification Of Delay Factors Using The Relative Importance Index Method For Construction Projects In Turkey*. *Journal Of Management In Engineering*.
5. Hatami, M., Flood, I., & Foroutan, F. (2026). Reinforcement Learning-Based Policy For Haul-Truck Dispatch: A Framework For Earthmoving And Quarry Operations †. *Buildings*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/buildings16112274>
6. Ismail, N. A. A., Zulkifli, M. Z. A., Baharuddin, H. E. A., Ismail, W. N. W., & Mustapha, A. A. (2022). Challenges Of Adopting Building Information Modelling (Bim) Technology Amongst Sme's Contractors In Malaysia. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 1067(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1067/1/012047>
7. Kementrian Pupr. (2024). *Se_Djck_49-2024_Pedoman_Bim_Djck*.
8. Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (N.D.). *Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna Exploring The Implementation Of Building Information Modeling (Bim) In The Indonesian Construction Industry From Users' Perspectives*.
9. Putra, W. D. (2025). Penerapan Building Information Modeling (Bim) Dalam Manajemen Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Macca*, 10(1), 85–91. <https://doi.org/10.33096/Z0x8kk31>
10. Riyadi, S., Taqwa, F. M. L., Brillianto, A. G., & Simanjuntak, M. R. A. (2024). Analisis Implementasi Teknologi Building Information Modelling (Bim) Pada Tahap Perencanaan Bangunan Gedung Istana Kepresidenan Ibu Kota Nusantara (Studi Kasus Pt Yodya Karya, Persero). *Jurnal Komposit*, 8(2), 279–288. <https://doi.org/10.32832/Komposit.V8i2.15450>
11. Sangadji, S., Kristiawan, S., & Inton Kurniawan Saputra, Dan. (2019). *Pengaplikasian Building Information Modeling (Bim) Dalam Desain Bangunan Gedung*.
12. Siregar, I. S. Z., Simanjuntak, P., & Purnomo, C. C. (2024). The Effect Of Building Information Modelling (Bim) Method Implementation On The Effectiveness Of Building Construction Implementation Management In The Construction Industry. *Jurnal Pensil*, 13(2), 145–157. <https://doi.org/10.21009/Jpensil.V13i2.44243>
13. Succar, B. (2009). Building Information Modelling Framework: A Research And Delivery Foundation For Industry Stakeholders. *Automation In Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/J.autcon.2008.10.003>
14. Ulil Albab, A., & Erizal. (2021). Analisis Kinerja Waktu Dan Penerapan Building Information Modeling Pada Proyek Pembangunan Jasmine Park Apartment Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(1), 11–22. <https://doi.org/10.29244/Jsil.6.1.11-22>
15. Umam, F. N., Erizal, E., & Putra, H. (2022). Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (Bim) 5d. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 245–256. <https://doi.org/10.29103/Tj.V12i1.704>
16. Weihrich. (1982). The Tows Matrix—A Tool For Situational Analysis. *Sciencedirect / Long Range Planning (Doi)*.
17. Widiasanti, I., Wijaya, M. A., Anggraini, S., Balqis, O. A., Suryapratama, R. Y., & Prasetya, B. T. (2023). Penerapan Building Information Modeling (Bim) 5d Pada Manajemen Biaya Proyek Dalam Dunia Konstruksi. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2), 256. <https://doi.org/10.33087/Talentsipil.V6i2.299>