

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perspektif Stakeholder dalam Adopsi Teknologi BIM di Batam

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v22i1.3521>

Creative Commons License 4.0 (CC BY –NC)



Eryc^{1*}, Erwin², Indasari Deu³

Sistem Informasi, Universitas Internasional Batam, Batam, Indonesia

*e-mail Corresponding Author : eryc@uib.ac.id

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a key technology for accelerating digital transformation in the construction sector. However, BIM adoption in Indonesia—particularly in Batam City—remains uneven. This study analyzes the factors influencing stakeholders' intention and behavior to adopt BIM in Batam by integrating the Technology Acceptance Model (TAM) and the Theory of Planned Behavior (TPB). An explanatory quantitative approach was applied to stakeholders directly involved in construction projects in Batam. The data were obtained using a five-point Likert scale questionnaire and were analyzed using Partial Least Squares–Structural Equation Modeling (PLS-SEM) using SmartPLS 4. The results of the study showed that Behavioral Intention (BA), Subjective Norms (SN), and Perceived Usefulness (PU) had a significant influence on Behavioral Intention (BI), but Perceived Ease of Use (PEOU) did not have a significant impact. In addition, BI is a strong predictor of Adoption Behavior (AB) ($\beta = 0.773$; $p < 0.001$). These findings indicate that in an emerging-market context such as Batam, perceived usefulness and social pressure play a larger role in shaping adoption intention than perceived ease of use. The study contributes theoretically to the integrated TAM–TPB model in construction settings and provides practical implications for local governments and industry actors in designing strategies to accelerate BIM adoption.

Keywords: *Building Information Modeling; Technology Acceptance Model; Theory of Planned Behavior; PLS-SEM; Batam.*

Abstrak

*Building Information Modeling (BIM) merupakan teknologi kunci dalam percepatan digitalisasi sektor konstruksi. Namun, tingkat adopsi BIM di Indonesia, khususnya di Kota Batam, masih belum merata. Studi berikut mempunyai tujuan mengkaji faktor-faktor yang memberikan pengaruh niat serta perilaku adopsi BIM dari perspektif stakeholder konstruksi di Batam dengan integrasi *Technology Acceptance Model (TAM)* serta *Theory of Planned Behavior (TPB)*. Pendekatan kuantitatif eksplanatori digunakan dengan sampel *stakeholder* yang terlibat langsung dalam proyek konstruksi di Batam. Data didapatkan dengan kuesioner berskala *Likert* lima poin serta dikaji dengan *Partial Least Squares–Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* menggunakan *SmartPLS 4*. Hasil studi memperlihatkan jika *Behavioral Intention (BA)*, *Subjective Norms (SN)*, dan *Perceived Usefulness (PU)* mempunyai pengaruh signifikan pada *Behavioral Intention (BI)*, namun *Perceived Ease of Use (PEOU)* tidak berdampak signifikan. Selain itu, BI terbukti menjadi prediktor kuat terhadap *Adoption Behavior (AB)* ($\beta = 0,773$; $p < 0,001$). Hasil berikut mengindikasikan jika pada konteks pasar berkembang seperti Batam, persepsi manfaat dan tekanan sosial lebih menentukan niat adopsi dibanding kemudahan teknis penggunaan. Penelitian ini berkontribusi teoritis terhadap perkembangan model integratif *TAM–TPB* pada konteks konstruksi, serta kontribusi praktis untuk pemerintah daerah serta pelaku industri untuk merencanakan strategi percepatan adopsi BIM.*

Kata kunci: *Building Information Modeling; Technology Acceptance Model; Theory of Planned Behavior; PLS-SEM; Batam.*

1. Pendahuluan

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor utama yang merefleksikan kesejahteraan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara [1]. Di negara berkembang, sektor ini masih kerap menghadapi persoalan keterlambatan proyek, pembengkakan biaya, serta penurunan kualitas hasil pembangunan. Seiring meningkatnya kompleksitas proyek dan tuntutan efisiensi, sektor konstruksi membutuhkan pendekatan berbasis teknologi informasi yang mampu meningkatkan koordinasi, akurasi perencanaan, dan pengendalian proyek secara menyeluruh. *Building Information Modeling* (BIM) dipandang sebagai inovasi teknologi informasi yang berpotensi mengatasi persoalan tersebut melalui integrasi data, visualisasi, dan kolaborasi berbasis model digital sepanjang siklus hidup proyek [2], [3].

BIM memungkinkan koordinasi lintas disiplin secara terintegrasi sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan dan pengelolaan informasi proyek. Kompleksitas proyek konstruksi yang melibatkan banyak dokumen dan organisasi sering memicu miskomunikasi antar pemangku kepentingan, sehingga pendekatan berbasis BIM dinilai dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas pengambilan keputusan [2], [4]. Namun, dalam praktiknya, penerapan BIM tidak selalu berjalan optimal karena sangat berharap dalam kesiapan sumber daya manusia, pola kerja organisasi, serta penerimaan stakeholder terhadap teknologi tersebut. Kondisi ini menegaskan jika keberhasilan BIM tidak hanya ditetapkan oleh aspek teknis, namun juga faktor sikap serta sosial para pemangku kepentingan proyek.

Sebagian besar penelitian BIM di Indonesia masih berfokus pada aspek teknis implementasi, sementara kajian mengenai persepsi dan perilaku stakeholder relatif terbatas. Berbagai penelitian adopsi teknologi informasi dengan pendekatan *Technology Acceptance Model* (TAM) serta *Theory of Planned Behavior* (TPB) telah dilakukan dalam menguraikan faktor-faktor yang memberikan pengaruh penyambutan teknologi. Penelitian-penelitian tersebut umumnya menelaah peran *perceived usefulness*, *perceived ease of use*, *Behavioral Intention*, dan *subjective norms* melalui metode kuantitatif berbasis *structural equation modeling* [5], [6], [7]. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor tersebut dapat berbeda bergantung pada konteks wilayah dan tingkat kematangan digital industri. Dengan demikian, masih terdapat *research gap* terkait pemahaman perilaku adopsi BIM dari perspektif stakeholder pada kawasan industri berkembang seperti Batam.

Batam sebagai Kawasan Ekonomi Khusus mengalami pertumbuhan industri dan konstruksi yang pesat. Namun, kebutuhan proyek berskala besar juga diiringi tantangan koordinasi lintas tim dan rendahnya adopsi teknologi digital secara merata. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan integratif dengan menggabungkan *Technology Acceptance Model* (TAM) serta *Theory of Planned Behavior* (TPB) untuk menganalisis perilaku adopsi BIM dari perspektif stakeholder konstruksi di Batam. Integrasi TAM–TPB dipandang efektif karena mampu menangkap faktor kognitif, afektif, dan sosial secara simultan dalam membentuk niat serta perilaku adopsi teknologi. Dengan memosisikan kajian ini sebagai penguatan konteks lokal dari model integratif BIM–TPB–TAM [2], penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa pemahaman empiris tentang adopsi BIM pada kawasan industri berkembang, yang selama ini masih terbatas dalam literatur nasional.

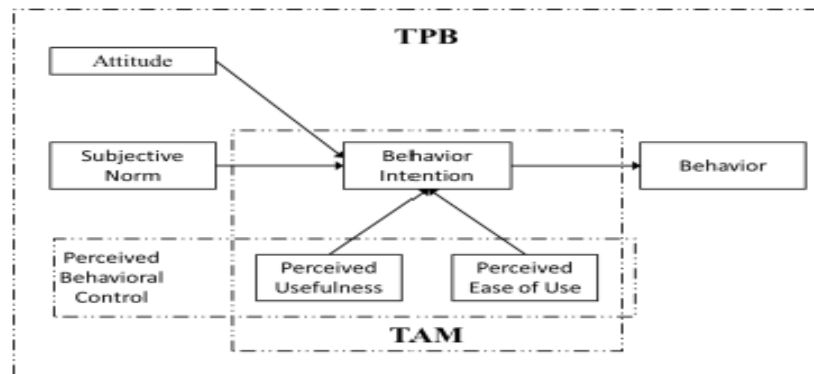
2. Metodologi

2.1 *Technology Acceptance Model* (TAM)

TAM menekankan dua konstruk utama, yaitu *perceived usefulness* (PU) serta *perceived ease of use* (PEOU) selaku determinan penerimaan teknologi [6]. PU merefleksikan sejauh mana teknologi meningkatkan kinerja pengguna, sedangkan PEOU berkaitan dengan kemudahan penggunaan sistem. Beberapa studi menunjukkan bahwa pada konteks pasar berkembang, PU sering lebih dominan dibanding PEOU pada fase awal adopsi [2], [8]. Penelitian terdahulu juga mengindikasikan bahwa persepsi manfaat dan tekanan lingkungan dapat lebih menentukan penerimaan teknologi digital dibanding aspek teknis penggunaan [9].

2.2 Integrasi TAM dan TPB

Integrasi TAM–TPB menghasilkan model yang lebih komprehensif untuk menjelaskan niat dan perilaku adopsi teknologi dengan menggabungkan faktor kognitif, afektif, dan sosial [2]. Studi sistematis sebelumnya juga menekankan bahwa faktor kunci keberhasilan sering dibutuhkan untuk menjelaskan kompleksitas keputusan adopsi teknologi dalam organisasi [10].



Gambar 1. Integrasi TAM dan TPB

2.3 Hipotesa Penelitian

Berdasarkan integrasi *Theory of Planned Behavior* (TPB) serta *Technology Acceptance Model* (TAM), studi ini mengembangkan lima hipotesis untuk menjelaskan mekanisme pembentukan niat dan perilaku adopsi *Building Information Modeling* (BIM) dari perspektif stakeholder konstruksi di Kota Batam. Model konseptual menempatkan *Behavioral Intention* (BA), *Subjective norms* (SN), *Perceived usefulness* (PU), dan *Perceived ease of use* (PEOU) sebagai determinan utama *Behavioral Intention* (BI), yang selanjutnya memengaruhi *Adoption Behavior* (AB).

Behavioral Intention (BA) merepresentasikan evaluasi positif atau negatif stakeholder terhadap penggunaan BIM. Sikap positif terhadap teknologi diyakini meningkatkan niat individu untuk mengadopsinya, terutama ketika teknologi tersebut dipersepsikan mampu mengatasi permasalahan proyek seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan rendahnya kualitas. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa sikap merupakan prediktor signifikan terhadap niat adopsi teknologi dalam konteks konstruksi dan BIM [2]. Maka, didapatkan hipotesis pertama:

H1: *Behavioral Intention* berpengaruh positif terhadap *Behavioral Intention* dalam adopsi BIM.

Subjective norms (SN) mencerminkan tekanan sosial yang dirasakan stakeholder, baik dari pemerintah, organisasi, mitra bisnis, maupun praktik industri yang berlaku. Dalam industri konstruksi yang bersifat kolektif dan regulatif, norma sosial dan tekanan institusional memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan adopsi teknologi. Penelitian terdahulu menegaskan jika norma subjektif mempunyai pengaruh relevan pada niat pemakaian BIM dan teknologi konstruksi lainnya [2], [5]. Dengan demikian, dirumuskan hipotesis kedua:

H2: *Subjective norms* berpengaruh positif terhadap *Behavioral Intention* dalam adopsi BIM.

Perceived usefulness (PU) mengarah dalam bagaimana stakeholder meyakini jika pemakaian BIM dapat mengalami peningkatan kinerja proyek, efisiensi biaya, serta kualitas hasil konstruksi. Dalam konteks negara berkembang, persepsi manfaat sering kali menjadi faktor dominan dalam pembentukan niat adopsi teknologi dibandingkan aspek kemudahan teknis. Studi empiris pada adopsi BIM menunjukkan bahwa PU merupakan determinan paling kuat dalam memengaruhi niat penggunaan teknologi [2], [11]. Oleh karena itu, diajukan hipotesis ketiga

H3: *Perceived usefulness* berpengaruh positif terhadap *Behavioral Intention* dalam adopsi BIM.

Perceived ease of use (PEOU) menggambarkan sejauh mana BIM dipersepsikan mudah dipelajari dan digunakan oleh stakeholder. Secara teoretis, *Technology Acceptance Model* (TAM) menyebutkan jika kemudahan penggunaan berpartisipasi dalam pembentukan niat adopsi teknologi [6]. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa pengaruh PEOU bisa bermacam bergantung dalam jenjang kesuksesan teknologi serta kesiapan organisasi pengguna, khususnya pada konteks implementasi BIM [2], [11]. Oleh karena itu, penelitian ini tetap menguji peran PEOU melalui hipotesis keempat.

H4: *Perceived ease of use* berpengaruh positif terhadap *Behavioral Intention* dalam adopsi BIM.

Selanjutnya, sesuai dengan TPB, *Behavioral Intention* (BI) dipandang sebagai prediktor langsung paling kuat terhadap perilaku aktual. Semakin tinggi niat stakeholder untuk mengadopsi BIM, bertambah besar kemungkinan teknologi tersebut akan digunakan pada praktik proyek konstruksi. Hubungan antara niat dan perilaku aktual telah banyak dikonfirmasi dalam studi adopsi teknologi [6], [11]. Oleh karena itu, dirumuskan hipotesis kelima:

H5: *Behavioral Intention* berpengaruh positif terhadap *Adoption Behavior* dalam adopsi BIM.

2.4 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi penelitian mencakup stakeholder sektor konstruksi di Kota Batam, yaitu kontraktor, konsultan perencana, manajer proyek, drafter, dan insinyur teknik. Penentuan sampel dilakukan dengan *purposive sampling*, dalam pertimbangan bahwa responden harus memiliki pemahaman terhadap proses perencanaan dan penggunaan teknologi BIM. Teknik ini lazim digunakan pada penelitian teknologi yang memerlukan kompetensi khusus dari responden [12].

Kriteria inklusi meliputi:

- 1) Terlibat langsung dalam proyek konstruksi di Batam,
- 2) Memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun,
- 3) Memahami proses perencanaan, koordinasi, atau penggunaan BIM.

Kriteria eksklusi meliputi:

- 1) Kuesioner terisi kurang dari 70%,
- 2) Responden non-teknis (administratif).

Ukuran sampel ditentukan menggunakan dua pendekatan. Pertama, *power analysis* dengan G*Power pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, *effect size* $f^2 = 0,15$, dan *power* $(1-\beta) = 0,95$, yang menunjukkan kebutuhan minimal 138 responden. Kedua, sebagai aturan praktis, penelitian ini juga mempertimbangkan *10-times rule*, yakni total sampel minimal sepuluh kali banyak hubungan struktural terbesar yang mengacu ke konstruk endogen. Pada model ini, konstruk *Behavioral Intention* (BI) menerima empat jalur dari BA, SN, PU, dan PEOU, sehingga ukuran sampel minimal menurut *10-times rule* adalah 40 responden. Jumlah responden aktual pada penelitian ini melebihi kedua batas tersebut, sehingga memenuhi kelayakan untuk analisis PLS-SEM [13], [14].

Tabel 1. Skala Kuesioner

Variabel	Nama	Pertanyaan
<i>Behavioral Intention</i> (BA)	BA1	Saya mendukung perkembangan teknologi BIM dalam proyek konstruksi di Batam
	BA2	Saya mendukung penerapan teknologi BIM untuk proyek berikutnya
	BA3	Saya mendukung standarisasi penggunaan teknologi BIM di seluruh proyek konstruksi di Batam
<i>Subjective Norms</i> (SN)	SN1	Pemerintah lokal mendorong penggunaan teknologi BIM dalam proyek konstruksi
	SN2	Banyak perusahaan konstruksi di Batam sudah menerapkan teknologi BIM
	SN3	Mitra dan pesaing perusahaan kami memilih untuk menggunakan BIM dalam proyek mereka
<i>Perceived Usefulness</i> (PU)	PU1	Teknologi BIM menyediakan layanan teknologi berkualitas tinggi untuk proyek konstruksi
	PU2	Teknologi BIM meningkatkan efisiensi investasi dalam proyek konstruksi
	PU3	Teknologi BIM meningkatkan kualitas dan efisiensi operasional
	PU4	Teknologi BIM dapat menyelesaikan permasalahan tradisional seperti keterlambatan jadwal dan biaya berlebih
<i>Perceived Ease of Use</i> (PEOU)	PEOU1	Saya memiliki informasi yang cukup tentang penggunaan teknologi BIM

Variabel	Nama	Pertanyaan
<i>Behavioral Intention (BI)</i>	PEOU2	Saya memahami keuntungan yang diberikan oleh teknologi BIM
	PEOU3	Saya mengetahui standar teknis dalam penerapan BIM
	PEOU4	Tidak sulit bagi saya untuk menggunakan teknologi BIM dalam proyek konstruksi
	BI1	Saya berencana untuk menerapkan teknologi BIM dalam proyek pada masa depan
	BI2	Saya optimis terhadap manfaat dari penerapan teknologi BIM
	BI3	Saya akan merekomendasikan teknologi BIM kepada mitra perusahaan kami
<i>Adoption Behavior (AB)</i>	AB1	Saya akan mengadopsi teknologi BIM dalam proyek konstruksi di Batam
	AB2	Saya akan menerapkan berbagai fitur teknologi BIM dalam proyek kami
	AB3	Saya akan menggunakan teknologi BIM untuk meningkatkan efisiensi proyek

2.5 Metode Pengumpulan Data

Data didapatkan dengan kuesioner daring (*Google Forms*) yang terdiri atas:

- 1) karakteristik responden, dan
- 2) indikator pengukuran variabel penelitian.

Seluruh indikator diperbaharui pada kajian terdahulu mengenai adopsi BIM serta adopsi teknologi organisasi [11], serta ditentukan pada skala Likert lima poin (1 = sangat tidak setuju hingga 5 = sangat setuju).

Sebelum survei utama, instrumen penelitian melalui dua tahap pengujian. Pertama, validasi isi (*expert judgement*) oleh praktisi BIM, akademisi konstruksi, dan manajer proyek dengan nilai *Content Validity Index (CVI)* $\geq 0,80$. Kedua, uji coba (*pilot test*) pada 20 responden yang menghasilkan skor *Cronbach's Alpha* $> 0,70$ pada semua konstruk, sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan.

2.6 Teknik Analisis Data

Kajian data dilaksanakan dengan *Partial Least Squares–Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* menggunakan perangkat lunak SmartPLS 4. Teknik berikut ditentukan dikarenakan bisa menangani data non-normal, ukuran sampel moderat, serta model penelitian dengan banyak konstruk laten dan indikator [13].

Prosedur kajian encakup penilaian model pengukuran serta model struktural dibawah ini.

2.6.1 Evaluasi Model Pengukuran (*Outer model*)

Evaluasi model pengukuran dilaksanakan dalam menyakinkan kualitas instrumen melalui:

- 1) Validitas konvergen, yang dinilai menggunakan nilai *Average Variance Extracted (AVE)* $> 0,50$,
- 2) Validitas diskriminan, yang teruji dengan kriteria Fornell–Larcker serta *Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT)*,
- 3) Reliabilitas konstruk, yang ditentukan *Composite Reliability* serta *Cronbach's Alpha* dengan nilai $> 0,70$ [13].

2.6.2 Evaluasi Model Struktural (*Inner model*)

Pengujian hubungan antar variabel laten dilakukan dalam:

- 1) Analisis *path coefficient* dengan teknik *bootstrapping* pada kriteria t-statistic $> 1,96$ terhadap tingkat signifikansi 5%,
- 2) Pengujian koefisien determinasi (R^2) untuk menilai kekuatan penjelasan model,
- 3) Pengujian relevansi prediktif model menggunakan nilai Q^2 [13].

2.6.3 Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilaksanakan berdasarkan skor p-value ($< 0,05$) pada menilai signifikansi pengaruh antar variabel laten. Hasil pengujian divisualisasikan dalam bentuk path diagram menggunakan SmartPLS 4 dan dipakai dalam menguraikan faktor-faktor yang memberikan pengaruh sikap adopsi BIM di Kota Batam [13].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Responden

Karakteristik responden menunjukkan dominasi responden pria (67%) dengan tingkat pendidikan sarjana dan magister sebesar 60%. Mayoritas responden menempati posisi teknis dan manajerial proyek serta memiliki pengalaman kerja lebih dari lima tahun. Komposisi tersebut mengindikasikan jika responden mempunyai kompetensi dan pemahaman yang mencukupi terhadap proses perencanaan, koordinasi, dan penggunaan teknologi BIM, sehingga data yang diperoleh layak digunakan untuk analisis perilaku adopsi teknologi.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Kategori	Item	Jumlah	Persentase
Gender	Male	156	67%
	Female	78	33%
Education Level	SMA atau Sederajat	94	40%
	Sarjana (S1)	118	50%
	Magister (S2)	22	10%
Kualifikasi/Jabatan	Technical/Engineering	69	29%
	Professional/Insinyur	24	10%
	Project Manager	72	31%
	Department Manager	69	29%
Pengalaman Kerja	<5 Tahun	86	37%
	6-10 Tahun	125	53%
	>10 Tahun	23	10%

3.2 Evaluasi Model Pengukuran (*Outer model*)

Evaluasi model pengukuran dilaksanakan untuk menyakinkan jika indikator yang dipakai memiliki validitas serta reliabilitas yang memadai sebelum pengujian hubungan struktural, sesuai pedoman pelaporan PLS-SEM [13], [14].

3.2.1 Validitas Konvergen

Validitas konvergen dinilai dengan penilaian outer loading serta *Average Variance Extracted* (AVE). Temuan analisis memperlihatkan jika semua indikator mempunyai skor outer loading $\geq 0,70$ serta skor AVE $> 0,50$. Sehingga, semua konstruk terpenuhi kriteria validitas konvergen serta bisa menguraikan variabel laten dengan memuaskan [13].

Tabel 3 dan 4 menyajikan hasil validitas konvergen

Tabel 3. Nilai Outer Loading

Konstruk	<i>Adoption Behavior</i> (AB)	<i>Behavioral Intention</i> (BA)	<i>Behavioral Intention</i> (BI)	<i>Perceived ease of use</i> (PEOU)	<i>Perceived usefulness</i> (PU)	<i>Subjective norms</i> (SN)
AB1	0.889					
AB2	0.893					
AB3	0.912					
BA1		0.893				
BA2		0.794				
BA3		0.867				
B11			0.882			
B12			0.900			
B13			0.821			
PEOU1				0.839		

Konstruk	<i>Adoption Behavior (AB)</i>	<i>Behavioral Intention (BA)</i>	<i>Behavioral Intention (BI)</i>	<i>Perceived ease of use (PEOU)</i>	<i>Perceived usefulness (PU)</i>	<i>Subjective norms (SN)</i>
PEOU2				0.815		
PEOU3				0.769		
PEOU4				0.835		
PU1					0.841	
PU2					0.836	
PU3					0.828	
PU4					0.798	
SN1						0.906
SN2						0.856
SN3						0.877

Tabel 4. Nilai Average Variance Extracted (AVE)

Konstruk	Average Variance Extracted (AVE)
<i>Adoption Behavior (AB)</i>	0.807
<i>Behavioral Intention (BA)</i>	0.727
<i>Behavioral Intention (BI)</i>	0.754
<i>Perceived ease of use (PEOU)</i>	0.664
<i>Perceived usefulness (PU)</i>	0.682
<i>Subjective norms (SN)</i>	0.774

3.2.2 Validitas Diskriminan

Validitas diskriminan diuji dengan *Heterotrait–Monotrait Ratio* (HTMT). Seluruh nilai HTMT berada di bawah ambang batas 0,90, yang menegaskan jika setiap konstruk dapat dibedakan secara empiris dari konstruk lainnya dan validitas diskriminan terpenuhi [15].

Tabel 5 Nilai HTMT

Konstruk	<i>Adoption Behavior (AB)</i>	<i>Behavioral Intention (BA)</i>	<i>Behavioral Intention (BI)</i>	<i>Perceived Ease of Use (PEOU)</i>	<i>Perceived Usefulness (PU)</i>	<i>Subjective Norms (SN)</i>
<i>Adoption Behavior (AB)</i>						
<i>Behavioral Intention (BA)</i>	0.800					
<i>Behavioral Intention (BI)</i>	0.898	0.776				
<i>Perceived Ease of Use (PEOU)</i>	0.709	0.673	0.647			
<i>Perceived Usefulness (PU)</i>	0.732	0.699	0.700	0.790		
<i>Subjective Norms (SN)</i>	0.758	0.867	0.734	0.704	0.718	

3.2.3 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan *Cronbach’s Alpha* dan *Composite Reliability*. Seluruh konstruk mempunyai skor > 0,70, yang memperlihatkan konsistensi internal yang baik serta reliabilitas instrumen yang tinggi [13].

Tabel 6. Nilai CR & Cronbach's Alpha

Konstruk	Cronbach's Alpha	Composite Reliability
Adoption Behavior (AB)	0.880	0.926
Behavioral Intention (BA)	0.812	0.888
Behavioral Intention (BI)	0.836	0.902
Perceived ease of use (PEOU)	0.831	0.888
Perceived usefulness (PU)	0.845	0.896
Subjective norms (SN)	0.854	0.911

3.3 Evaluasi Model Struktural (Inner model)

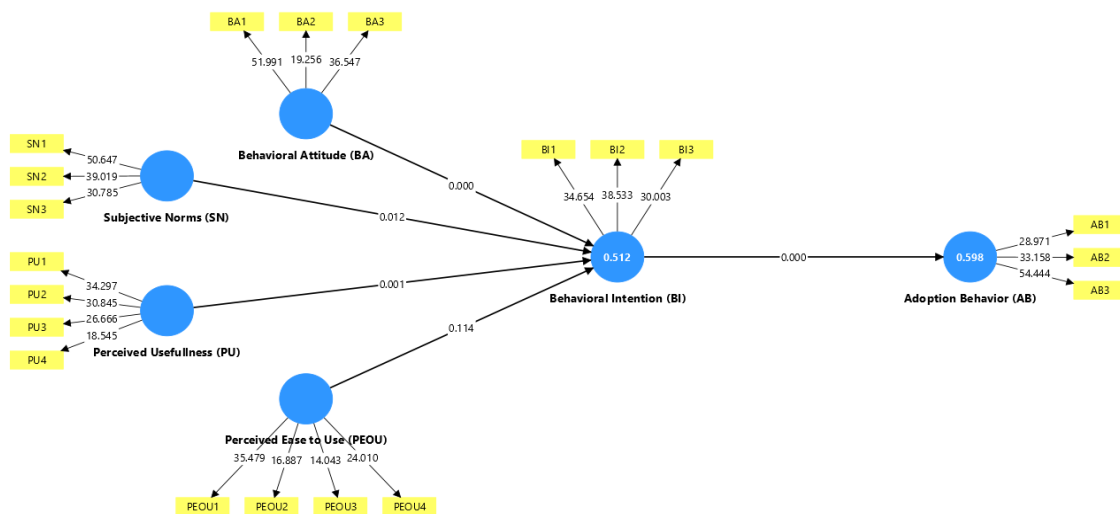
Evaluasi model struktural dilaksanakan pada penilaian kekuatan hubungan pada konstruk serta kemampuan prediktif model.

3.3.1 Analisis Path coefficient

Pengujian hubungan antar konstruk dilaksanakan dengan tahapan *bootstrapping* dalam mengevaluasi signifikansi koefisien jalur. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Behavioral Intention* (BA), *Subjective norms* (SN), serta *Perceived usefulness* (PU) mempunyai dampak signifikan terhadap *Behavioral Intention* (BI) ($p < 0,05$). Sebaliknya, *Perceived ease of use* (PEOU) tidak mempunyai pengaruh relevan ($p = 0,114$). Hubungan paling kuat ditunjukkan oleh *Behavioral Intention* → *Adoption Behavior* dengan nilai $\beta = 0,773$ ($p < 0,001$). Prosedur ini mengikuti pedoman evaluasi model struktural PLS-SEM [13].

Tabel 7. Nilai Path coefficient

Konstruk	Koefisien Jalur (β)	T statistics	P values	Keterangan
Behavioral Attitude (BA) -> Behavioral Intention (BI)	0.315	4.378	0.000	Signifikan
Behavioral Intention (BI) -> Adoption Behavior (AB)	0.773	14.484	0.000	Signifikan
Perceived Ease to Use (PEOU) -> Behavioral Intention (BI)	0.107	1.583	0.114	Signifikan
Perceived Usefulness (PU) -> Behavioral Intention (BI)	0.217	3.378	0.001	Tidak Signifikan
Subjective Norms (SN) -> Behavioral Intention (BI)	0.196	2.524	0.012	Signifikan



Gambar 2. Model struktural hasil estimasi PLS-SEM (*bootstrapping* 3.000)

3.3.2 Koefisien Determinasi dan Relevansi Prediktif

Nilai R² sebanyak 0,512 pada BI serta 0,598 pada AB menunjukkan kemampuan penjelasan model pada kategori moderat hingga kuat. Skor Q² > 0 memperlihatkan jika model mempunyai hubungan prediktif yang baik [13].

Tabel 8. Nilai R² Dan Q²

Konstruk Endogen	R-square (R ²)	Q ²
<i>Adoption Behavior (AB)</i>	0.598	0.521
<i>Behavioral Intention (BI)</i>	0.512	0.502

3.4 Pembahasan

3.4.1 Hipotesis 1: Behavioral Intention Berpengaruh Signifikan terhadap Behavioral Intention

BA mempunyai pengaruh signifikan pada BI, menunjukkan bahwa sikap positif stakeholder terhadap BIM meningkatkan niat adopsi. Ini selaras dengan TPB yang menempatkan sikap sebagai prediktor niat [5] dan konsisten dengan model adopsi BIM terintegrasi [2]. Untuk memperkuat sikap positif, pelaku industri perlu menonjolkan *quick wins* BIM (*mis. clash detection*, koordinasi gambar kerja) karena manfaat nyata terbukti meningkatkan penerimaan teknologi [6] dan keberhasilan implementasi BIM juga didorong oleh strategi adopsi di level organisasi [16].

3.4.2 Hipotesis 2: Subjective norms Berpengaruh Signifikan terhadap Behavioral Intention

SN signifikan, artinya tekanan/dukungan sosial (pemerintah, mitra, pesaing, organisasi) membentuk niat adopsi. Ini konsisten dengan TPB [5] dan temuan pada konteks adopsi BIM yang dipengaruhi faktor institusional [2]. Pemerintah daerah/owner proyek disarankan menerapkan dorongan institusional seperti persyaratan BIM pada proyek tertentu atau *guideline* implementasi karena literatur implementasi BIM menekankan pentingnya dukungan institusional, regulasi, dan ekosistem kolaborasi untuk mendorong adopsi [8].

3.4.3 Hipotesis 3: Perceived usefulness Berpengaruh Signifikan terhadap Behavioral Intention

PU signifikan, menunjukkan stakeholder lebih mempertimbangkan manfaat BIM terhadap efisiensi dan kualitas proyek. Ini sejalan dengan TAM [6] dan temuan BIM pada konteks pasar berkembang bahwa “manfaat” sering lebih dominan [2], [11]. Strategi komunikasi adopsi BIM sebaiknya fokus pada bukti manfaat: pengurangan rework, efisiensi waktu dan biaya, serta peningkatan kualitas. Studi manfaat BIM juga menegaskan bahwa keuntungan proyek merupakan pendorong kuat penerapan [3], dan pada adopsi BIM niat kuat terbentuk saat nilai guna jelas [2],

3.4.4 Hipotesis 4: Perceived ease of use Tidak Berpengaruh Signifikan terhadap Behavioral Intention

PEOU tidak signifikan, berarti kemudahan penggunaan belum menjadi prioritas utama di Batam. Ini dapat terjadi pada fase awal adopsi ketika organisasi lebih mengejar manfaat strategis daripada kenyamanan teknis [2].

Walaupun tidak signifikan, peningkatan PEOU tetap penting untuk mempercepat adopsi jangka panjang. Rekomendasi: program pelatihan BIM terstruktur, sertifikasi, dan pendampingan proyek awal. TAM menempatkan kemudahan sebagai faktor pendukung penerimaan [6] dan studi penggunaan berkelanjutan BIM menunjukkan bahwa aspek kemudahan/kapabilitas teknis relevan saat tahap implementasi berjalan [11].

3.4.5 Hipotesis 5: Behavioral Intention Berpengaruh Signifikan terhadap Adoption Behavior

BI berpengaruh sangat kuat terhadap AB ($\beta=0,773$), menegaskan bahwa niat adalah prediktor utama perilaku adopsi sesuai TPB [5]. Untuk mengubah niat menjadi perilaku, organisasi perlu memberi dukungan implementasi: kebijakan internal, resource, serta target penggunaan BIM di proyek. Literatur penerimaan teknologi menegaskan bahwa niat mendorong

penggunaan aktual dan perlu difasilitasi oleh dukungan organisasi [17], sementara implementasi BIM pada SMEs juga dipengaruhi kesiapan adopsi di level organisasi [16].

4. Simpulan

Studi ini mengkaji faktor-faktor yang memberikan pengaruh adopsi *Building Information Modeling* (BIM) di Kota Batam melalui integrasi *Technology Acceptance Model* (TAM) serta *Theory of Planned Behavior* (TPB). Temuan studi menemukan jika *Behavioral Intention* (BA), *Subjective Norms* (SN), dan *Perceived Usefulness* (PU) mempunyai pengaruh signifikan terhadap *Behavioral Intention* (BI), sedangkan *Perceived Ease of Use* (PEOU) tidak berpengaruh signifikan. Selain itu, *Behavioral Intention* terbukti menjadi prediktor kuat terhadap *Adoption Behavior* (AB).

Temuan ini memperkuat relevansi model integratif TAM–TPB dalam konteks negara berkembang, dengan menunjukkan bahwa persepsi manfaat, sikap positif, dan tekanan sosial lebih dominan dibanding kemudahan teknis dalam membentuk niat adopsi BIM. Ketidaksignifikanan PEOU mengindikasikan bahwa pada fase awal digitalisasi konstruksi, pemangku kepentingan lebih memprioritaskan nilai strategis dan legitimasi sosial dibanding aspek *usability*.

Dengan praktis, temuan studi ini menegaskan jika adopsi BIM di Batam lebih dipengaruhi oleh dorongan organisasi, kebijakan lokal, dan persepsi manfaat praktis BIM dibanding kemudahan penggunaan perangkat lunak. Oleh karena itu, pemerintah daerah dan pelaku industri konstruksi perlu memfokuskan strategi percepatan adopsi BIM pada penguatan regulasi, peningkatan pelatihan dan sertifikasi BIM, serta penguatan kolaborasi antar pemangku kepentingan proyek.

Studi ini mempunyai batasan ruang lingkup wilayah yang terbatas di Kota Batam dan belum memasukkan variabel organisasi seperti kesiapan teknologi, dukungan manajemen puncak, dan tingkat kematangan BIM. Penelitian berikutnya diharapkan dalam memperbesar kawasan studi, penambahan variabel organisasi dan kebijakan, serta menggunakan pendekatan *longitudinal* atau *mixed-methods* dalam memahami dinamika adopsi BIM dengan lebih komprehensif.

Daftar Referensi

- [1] J. Wells, "The Role of Construction in Economic Growth and Development," *Habitat International*, vol. 9, no. 1, pp. 55–70, 1985.
- [2] J. Wang, C. Li, J. Wu, and G. Zhou, "Research on the *Adoption Behavior* Mechanism of BIM from the Perspective of Owners: An Integrated Model of TPB and TAM," *Buildings*, vol. 13, no. 7, p. 1745, Jul. 2023.
- [3] D. Bryde, M. Broquetas, and J. M. Volm, "The project benefits of Building Information Modelling (BIM)," *International Journal of Project Management*, vol. 31, no. 7, pp. 971–980, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>.
- [4] H. Almujiabah, "Assessment of *Building Information Modeling* (BIM) as a Time and Cost-Saving Construction Management Tool: Evidence from Two-Story Villas in Jeddah," *Sustainability*, vol. 15, no. 9, p. 7354, 2023.
- [5] I. Ajzen, "The *Theory of Planned Behavior*," *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.*, vol. 50, no. 2, pp. 179–211, 1991, doi: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T).
- [6] F. D. Davis, "Perceived usefulness, Perceived ease of use, and User Acceptance of Information Technology," *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, Sep. 1989.
- [7] V. Venkatesh and F. D. Davis, "Theoretical extension of the *Technology Acceptance Model*: Four longitudinal field studies," *Manage. Sci.*, vol. 46, no. 2, pp. 186–204, 2000, doi: [10.1287/mnsc.46.2.186.11926](https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926).
- [8] N. C. Kresnanto, R. I. Ramadhan, M. Willdan, and P. B. P. Putra, "BIM's Contribution as A Sustainable Construction Accelerator," *Applied Research on Civil Engineering and Environment (ARCEE)*, vol. 4, no. 01, pp. 38–52, Feb. 2023, doi: [10.32722/arcee.v4i01.5333](https://doi.org/10.32722/arcee.v4i01.5333).
- [9] Eryc and Cindy, "ADOPTION OF ECO-INNOVATION AND DIGITALIZATION INFLUENCE ON THE BUSINESS PERFORMANCE OF UMKM IN BATAM CITY," *JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (JTIK)*, vol. 14, no. 1, pp. 67–77, 2023, [Online]. Available: <http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JTIKP>

- [10] E. Eryc, "Systematic Literature Review of Critical Success Factors in Online Advertising," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 5, no. 2, pp. 551–561, Jan. 2022, doi: 10.31289/jite.v5i2.6204.
- [11] Q. Cui, X. Hu, X. Liu, L. Zhao, and G. Wang, "Understanding architectural designers' continuous use intention regarding bim technology: A china case," *Buildings*, vol. 11, no. 10, p. 448, 2021, doi: 10.3390/buildings11100448.
- [12] J. Bethlehem, "Selection bias in web surveys," *International Statistical Review*, vol. 78, no. 2, pp. 161–188, Aug. 2010, doi: 10.1111/j.1751-5823.2010.00112.x.
- [13] J. F. Hair, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*, 3rd ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2022.
- [14] J. Benitez, J. Henseler, A. Castillo, and F. Schuberth, "How to perform and report an impactful analysis using partial least squares: Guidelines for confirmatory and explanatory IS research," *Information and Management*, vol. 57, no. 2, p. 103168, 2020, doi: 10.1016/j.im.2019.05.003.
- [15] J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling," *J. Acad. Mark. Sci.*, vol. 43, no. 1, pp. 115–135, Jan. 2015, doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
- [16] A. B. Saka and D. W. M. Chan, "Adoption and implementation of building information modelling (BIM) in small and medium-sized enterprises (SMEs): a review and conceptualization," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 27, no. 8, pp. 1829–1852, 2020.
- [17] V. Venkatesh, S. M. Walton, and J. Y. L. Thong, "Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology," *MIS Quarterly*, vol. 36, no. 1, pp. 157–178, 2012.