



OPTIMALISASI KINERJA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG MELALUI BUILDING INFORMATION MODELLING

Denny Magni Sundara^{1*}, Tiorivaldi¹, Ahyaudin Sodri²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

²Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia

**denny.magni@uta45jakarta.ac.id*

ABSTRACT

In Indonesia, the construction services industry is a business with a high level of risk when viewed from the performance variables of construction projects, especially building construction projects. Building construction has more and more complicated work unit variables compared to other construction projects. Construction project performance is measured through the efficiency of implementation costs, improving the quality of work results and the accuracy of completion of implementation time. The government through PERMEN PU No. 22 / PRT / M / 2018 concerning Guidelines for the Construction of State Buildings, has required the construction services industry to use Building Information Modeling (BIM) in the planning and implementation process of building construction, especially state-owned buildings. The purpose of this paper is to evaluate the performance of building construction projects on the Presidential Office Building construction project in the Indonesian Capital City, East Kalimantan. To measure and determine the effect of BIM Implementation on the effectiveness of construction project performance on cost, quality and time variables using the perceived ease of use (PEoU), perceived usefulness (PU) approach method. The results of this study indicate that BIM Implementation has a positive impact on project effectiveness so that it can be concluded that BIM has an impact on the efficiency of implementation costs in part or in whole, improving the quality of work in this case reducing the number of repetitive jobs and accelerating implementation time..

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Performance; Building Project

ABSTRAK

Di Indonesia industri jasa konstruksi merupakan bisnis dengan tingkat risiko tinggi dilihat dari variabel kinerja proyek konstruksi, terutama proyek konstruksi bangunan gedung. Konstruksi bangunan gedung memiliki variabel unit pekerjaan lebih banyak dan rumit dibandingkan dengan proyek konstruksi lainnya. Kinerja proyek konstruksi diukur melalui efisiensi biaya pelaksanaan, peningkatan mutu hasil pekerjaan dan ketepatan penyelesaian waktu pelaksanaan. Pemerintah melalui PERMEN PU No. 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara, telah mewajibkan industri jasa konstruksi wajib menggunakan *Building Information Modelling* (BIM) dalam proses perencanaan dan pelaksanaan pembangunan gedung terutama Gedung milik negara. Penulisan makalah ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kinerja proyek konstruksi bangunan gedung pada proyek pembangunan Gedung Kantor Presiden di Ibu Kota Nusantara, Kalimantan Timur. Untuk mengukur dan mengetahui pengaruh Implementasi BIM terhadap efektivitas kinerja proyek konstruksi terhadap variabel biaya, mutu dan waktu menggunakan metode pendekatan *perceived ease of use* (PEoU), *perceived usefulness* (PU). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Implementasi BIM memiliki dampak positif terhadap efektivitas proyek sehingga dapat disimpulkan bahwa BIM memiliki dampak terhadap efisiensi biaya pelaksanaan secara sebagian maupun secara keseluruhan, peningkatan hasil mutu pekerjaan dalam hal ini mengurangi jumlah pekerjaan ber-ulang dan percepatan waktu pelaksanaan.

Kata kunci: Building Information Modelling (BIM); Kinerja Proyek; Bangunan Gedung

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan penelitian di seluruh Indonesia, yang dilakukan oleh BCI Asia pada awal tahun 2008, menunjukkan proyek konstruksi bangunan gedung dengan nilai proyek Rp12,5 trilyun, dengan nilai yang besar ternyata memiliki risiko berada pada peringkat pertama dibanding jenis proyek konstruksi lainnya. Risiko yang melekat pada proyek konstruksi tersebut meliputi aspek biaya, mutu dan waktu [1]. Fenomena ini menjadi salah satu yang mendasari munculnya peraturan pemerintah melalui PERMEN PU No. 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara. Pemerintah telah mewajibkan penyedia jasa konstruksi menerapkan konsep BIM dalam konstruksi bangunan gedung dengan luas diatas 2000 meter persegi, memaksa para penyedia jasa untuk menerapkan aplikasi BIM dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung milik negara [2]. Kinerja akhir proyek adalah mendapatkan hasil maksimal diukur melalui aspek, seperti biaya, mutu, waktu dan keselamatan kerja, dengan melakukan tahapan-tahapan pekerjaan, dimulai dari persiapan, perencanaan, penjadwalan, pelaksanaan dan pengendalian yang lebih teliti dan mendetail, agar kinerja proyek tetap terjaga dilakukan melalui pengendalian dan monitoring anggaran proyek, kontrol kualitas, perencanaan metode kerja, dan manajemen waktu [3].

Dalam proyek konstruksi sering terkait dengan risiko akibat perubahan kuantitas, kualitas, waktu pelaksanaan, dan banyak masalah lainnya. Salah satu cara untuk mengurangi dampak dari risiko ini adalah dengan menanganinya secara proaktif, itu memungkinkan pihak proyek untuk memperkirakan dugaan potensial dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menghindarinya, perubahan ruang lingkup biaya, mutu dan waktu pekerjaan merupakan penyebab risiko tinggi bagi penyedia jasa dalam pelaksanaan proyek konstruksi [4]. Untuk menghindari dampak risiko terjadinya perubahan maka melalui PERMEN PU No. 22/PRT/M/2018, industri jasa konstruksi diwajibkan untuk mengaplikasikan BIM dalam setiap proses proyek konstruksi, kemudian dikonsolidasikan ke dalam kerangka konseptual untuk validasi data pada setiap tahapan pekerjaan. BIM adalah salah satu alat digital yang membantu menyempurnakan proses konstruksi dan menghasilkan keputusan berdasarkan data informasi. BIM merupakan kegiatan proses Mengintegrasikan secara digital di seluruh fase konstruksi yang saling terkait, mulai dari perancangan hingga pemeliharaan, mengadaptasi digitalisasi holistik, dan menciptakan pola kerja yang tepat untuk menghasilkan kolaborasi, produktivitas, dan pengambilan keputusan yang tangkas. Penerapan BIM dalam konstruksi bangunan Gedung memungkinkan para pemangku kepentingan untuk bekerja lebih efisien dan mengelola biaya sambil menyelesaikan proyek tepat waktu.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu terdapat beberapa penyebab dari keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi baik dari pihak internal maupun eksternal. Penyebab keterlambatan tersebut sebagian besar terjadi pada tahap perencanaan dan pelaksanaan. Selain itu, kurangnya kordinasi antara manajemen proyek dengan seluruh pemangku kepentingan. Berakibat pada proyek mengalami keterlambatan dan bertambahnya biaya konstruksi. Manajemen proyek yang buruk juga dapat mengakibatkan fasilitas yang telah selesai dibangun tidak memenuhi kualitas yang telah ditentukan, gagal menghasilkan produk yang diinginkan, atau tidak dapat dioperasikan sesuai umur yang dimaksudkan [5]. Proyek konstruksi didefinisikan sebagai rangkaian kegiatan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu, biaya serta mutu yang ditentukan. Kinerja proyek konstruksi dianggap berhasil jika proyek konstruksi selesai dalam waktu yang ditentukan atau direncanakan, memenuhi persyaratan kualitas sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan dan harga pekerjaan tidak melebihi anggaran yang diberikan. Kinerja suatu proyek merupakan hasil segala sesuatu yang diharapkan bisa tercapai, mengantisipasi semua persyaratan proyek dan memiliki sumber daya yang cukup untuk memenuhi semua kebutuhan [6].

BIM dalam industri konstruksi memungkinkan semua pemangku kepentingan memiliki akses ke data proyek secara real-time, memberdayakan transparansi dan kontrol penuh atas proyek melalui

lingkungan data berbasis cloud. Digitalisasi meningkatkan aksesibilitas data dengan integrasi sistem sekaligus memfasilitasi kontrol kualitas dan pemeliharaan. Salah satu aplikasi perangkat lunak sistem informasi manajemen proyek yang terancang saat ini adalah Building Information Modelling (BIM), Keunggulan BIM melakukan kolaborasi informasi data yang dapat ditransfer dan digunakan kembali setiap saat [7]. BIM memiliki potensi besar untuk berbagi dan memvisualisasi informasi, memvisualisasi kemajuan konstruksi dan memberi informasi secara cepat [8]. BIM memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menilai kriteria keberhasilan proyek konstruksi, keuangan, dan desain dalam metodologi yang akurat dan terintegrasi penuh [9].

Kinerja suatu proyek pada umumnya dijadikan tolak ukur terhadap keberhasilan maupun kegagalan pekerjaan konstruksi. Kinerja proyek dapat diukur berdasarkan, sumberdaya manusia adalah merupakan aspek yang paling utama dalam kesuksesan sebuah proyek, karena untuk mencapai triple constrain (biaya, mutu, dan waktu) terkait pada faktor produktivitas, jumlah, dan kualitas tenaga kerja serta ketersediaan material sebelum proyek dilaksanakan [10]. Selain itu dalam pengerjaan proyek konstruksi, kendala yang harus dihadapi adanya keterlambatan pekerjaan, yang menyebabkan durasi pelaksanaan pekerjaan menjadi terlambat yang mengakibatkan bertambahnya biaya produksi dan kerugian finansial [11]. Faktor kinerja waktu proyek adalah kemampuan mengontrol berbagai macam kegiatan pada lokasi proyek, salah satu aspek penting yang diawasi adalah kinerja waktu, kinerja waktu adalah proses dari membandingkan kerja di lapangan dengan jadwal yang direncanakan. [12]

Perceived Ease of Use (PEoU) merupakan sebuah teknologi yang diartikan sebagai suatu tolak ukur untuk seseorang yang percaya bahwa komputer dapat dipahami dan digunakan dengan mudah. Beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mengukur PEoU antara lain fleksibel, mudah dipelajari, mudah digunakan, dan dapat mengontrol pekerjaan. Persepsi pengguna tentang kemudahan dalam menggunakan sistem didukung oleh sikap pengguna tentang tentang kegunaan dari sistem tersebut. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor masa kerja responden pengguna teknologi informasi dan masa implementasinya. Oleh karena itu, ketika responden menggunakan sebuah sistem teknologi informasi selama kurun waktu 5 tahun atau lebih, maka responden akan menganggap bahwa System Teknologi Informasi (STI) yang telah mereka gunakan mudah digunakan karena mereka telah mengetahui kegunaan STI tersebut, [13]. Perceived Usefulness (PU) didefinisikan sebagai suatu tingkatan dimana seorang individu mempercayai bahwa menggunakan suatu sistem tertentu akan dapat membantu meningkatkan kinerja dan prestasi kerja individu tersebut. Berdasarkan definisi tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa manfaat dalam menggunakan STI dapat membantu meningkatkan kinerja dan prestasi kerja individu yang menggunakannya. Persepsi kegunaan yang tidak berpengaruh signifikan terhadap terhadap sikap pengguna diduga karena suatu teknologi informasi yang telah lama digunakan pada suatu perusahaan akan membuat para penggunanya terbiasa dalam menggunakan teknologi informasi tersebut. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan usia pengguna, masa kerja, tingkat pendidikan serta lamanya sistem tersebut digunakan. Semakin lama sistem digunakan dan tidak dilakukan pembaruan maka pengguna teknologi informasi akan semakin terbiasa dalam menggunakan sistem tersebut karena pengguna sistem telah mengetahui kegunaan dari sistem yang mereka gunakan sehingga hal tersebut tidak membantu dalam meningkatkan kualitas, efektifitas, dan efisiensi kinerja para penggunanya [13].

2. METODE PENELITIAN

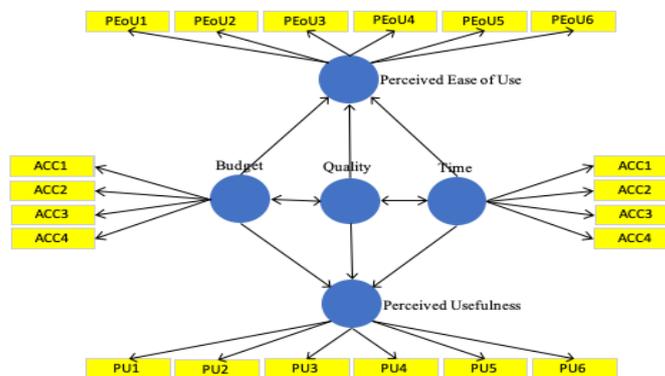
Penelitian ini dilakukan terhadap pemangku kepentingan yang memiliki hubungan dengan penggunaan aplikasi BIM, melalui kuesioner dibagikan kepada 68 responden, pada lokasi proyek pembangunan Gedung Kantor Presiden di IKN. Jumlah pertanyaan 16, dengan skala likert : Sangat Tidak Setuju = 1, Tidak Setuju = 2, Netral = 3, Setuju = 4 dan Sangat Setuju = 5. Waktu pelaksanaan pengambilan data dilaksanakan sejak terbitnya surat penunjukan pelaksana proyek

tersebut sampai dengan progress pengembangan lahan telah selesai atau berkisar sekitar 10% progress pelaksanaan. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah non-probability sampling, yaitu teknik pengambilan sampel sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh penulis.

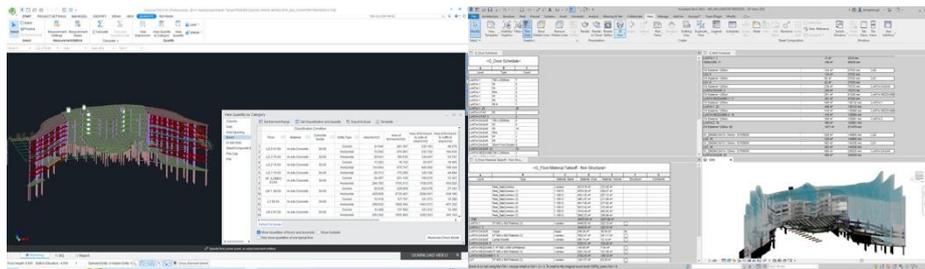
Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Kode
Perceived Ease of Use (PEoU)	1. Mudah Dipelajari	PEU1
	2. Dapat Dikendalikan	PEU2
	3. Jelas	PEU3
	4. Fleksibel	PEU4
	5. Mudah dikuasai	PEU5
	6. Mudah digunakan	PEU6
Perceived Usefulness (PU)	1. Proses Cepat	PU1
	2. Kinerja	PU2
	3. Produktivitas	PU3
	4. Efektivitas	PU4
	5. Lebih Mudah	PU5
	6. Berguna	PU6
Acceptance of BIM (ACC)	1. Terbantu	ACC1
	2. Menerima Penerapan BIM	ACC2
	3. Fitur Lengkap	ACC3
	4. Puas Dengan Sistem	ACC4

Pengukuran dianalisis menggunakan Smart PLS-SEM. Analisis jalur (path analysis) dan hubungan masing-masing variabel digambarkan dalam diagram jalur pada Gambar 1.



Gambar 1. Path Analysis



Gambar 2. Pemodelan BIM Level 4D dan 5D – Detail Volume Pekerjaan

Mengukur efektivitas BIM dapat dilihat pada pemodelan level 4D dan level 5D seperti pada Gambar 2, waktu pelaksanaan dan sequence detail pekerjaan menyesuaikan dengan detail desain bangunan gedung. Durasi waktu pelaksanaan dapat dihitung berdasarkan perhitungan volume pekerjaan pada pemodelan BIM. Hasil pemodelan BIM level 4D dan level 5D memudahkan untuk merencanakan waktu dan biaya pelaksanaan. Efektivitas dapat diukur dengan membandingkan antara rencana, relisasi dan indikator sesuai variable penelitian pada Tabel 1. Untuk mengukur pengaruh penggunaan BIM sesuai variabel penelitian, sample diolah menggunakan SmartPLS-SEM (Partial Least Square-Structural Equation Modelling). Dan untuk mengukur tingkat efektivitas, data diolah menggunakan software SPSS

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

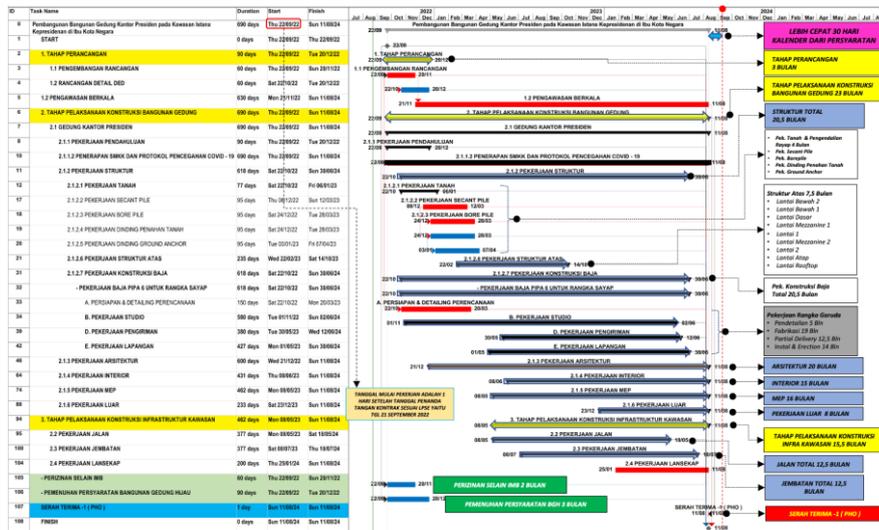
Hasil yang diperoleh dari uji validitas menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari (r) tabel yang berarti variabel valid, item tersebut dapat digunakan untuk mengukur variabel penelitian. Uji reliabilitas dinyatakan reliabel karena nilai lebih besar dari 0,6. Hasil uji normalitas, dengan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yang berarti berdistribusi tidak standar. Uji multikolinearitas, lebih besar dari 0,1 dan nilai VIF lebih besar dari 10, tidak terjadi multikolinearitas. Uji heteroskedastisitas tidak menunjukkan pola tertentu, memiliki ragam yang homogen (konstan). Hasil analisis regresi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Regresi

Dependent Variable	Independent Variables	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients (Beta)	t	Sig.	Information
Budgeting	(Constant)	3,770		3.558	0,001	
	Perceived Usefulness (X1)	0,181	0,192	2.797	0,006	Significant
	Perceived Ease of Use (X2)	0,163	0,186	2.626	0,010	Significant
	Trust (X3)	0,201	0,213	2.901	0,005	Significant
Time	(Constant)	3,073		2.900	0,001	
	Perceived Usefulness (X1)	0,147	0,157	2.280	0,005	Significant
	Perceived Ease of Use (X2)	0,133	0,152	2.140	0,008	Significant
	Trust (X3)	0,164	0,173	2.364	0,004	Significant
Quality	(Constant)	1,951		3.558	0,001	
	Perceived Usefulness (X1)	0,093	0,192	2.797	0,006	Significant
	Perceived Ease of Use (X2)	0,084	0,186	2.626	0,010	Significant

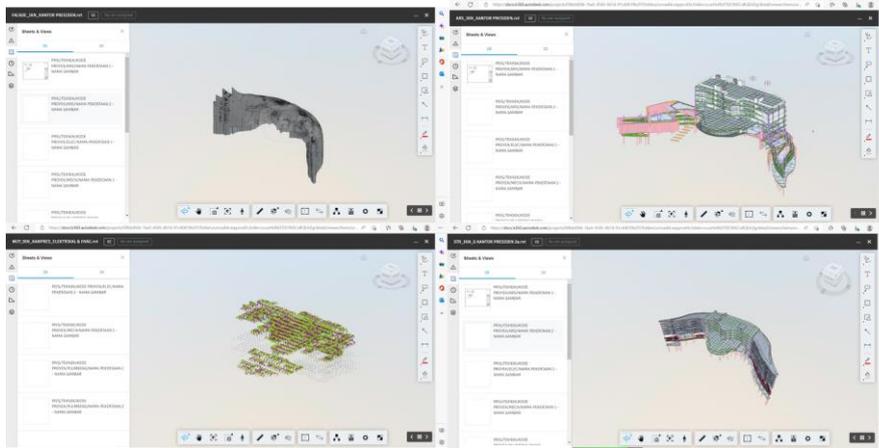
Dependent Variable	Independent Variables	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients (Beta)	t	Sig.	Information
	Trust (X3)	0,104	0,213	2,901	0,005	Significant
	R:	0,423				
	R Square:	0,394		F Table: 2	0,629	
	Adjusted R ²	0,325		t Table: 1	685	
	F count:	39,498				
	Sig. F:					

Hasil analisis diperoleh nilai t sebesar 2,797 dengan sig. t sebesar 0,001 dengan t-Tabel sebesar 1,685. Jadi variabel Perceived Usefulness mempunyai pengaruh terhadap efektivitas biaya, mutu dan waktu. Jika dilihat dari nilai signifikansi t sebesar 0,001 lebih kecil dari alpha yang digunakan yaitu $0,001 < 0,050$. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabel berpengaruh positif terhadap efektivitas biaya, mutu dan waktu. Hasil analisis diperoleh nilai t sebesar 2,280 dengan t Tabel sebesar 1,685 variabel berpengaruh terhadap efektivitas waktu. Jika dilihat dari nilai signifikansi t sebesar 0,015 lebih kecil dari alpha yang digunakan yaitu $0,015 < 0,050$. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabel berpengaruh positif terhadap efektivitas biaya, mutu dan waktu. Hasil analisis diperoleh nilai t hitung sebesar 2,997 dengan t tabel sebesar 1,685, sehingga variabel berpengaruh signifikan terhadap efektivitas mutu. Jika dilihat dari nilai signifikansi t sebesar 0,000 lebih kecil, yaitu $0,000 < 0,050$.



Gambar 3. Efektivitas BIM terhadap Percepatan Waktu Pelaksanaan

Hasil monitoring dan evaluasi pada tahap awal penerapan aplikasi BIM, kinerja waktu dapat dioptimalkan melalui percepatan waktu pelaksanaan selama 30 hari kerja. Hasil evaluasi waktu berdasar BIM level 5D ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 4. Efektivitas BIM Level 7D CDE

Rencana mutu pekerjaan dapat dimonitor seluruh pemangku kepentingan dengan menggunakan perangkat elektronik yang mudah diakses, efektivitas rencana mutu BIM level 7D CDE ditampilkan pada gambar 4.

Tabel 3. Hasil Output Smart PLS

Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistic	B Value	M Value	W Value
0,21740	0,21305	0,00861	0,5596	0,08609	0,01722	0,00517
0,65743	0,60230	0,10564	6,8667	0,21128	0,10564	0,31692
0,78390	0,66810	0,21449	8,5796	0,64347	0,42898	0,12869
0,34298	0,29099	0,09610	6,2463	0,38439	0,38439	0,38439
0,43778	0,34347	0,16831	5,0494	0,50494	0,50494	0,50494
0,72948	0,52574	0,35058	3,5058	0,70117	0,70117	0,70117
0,23275	0,16684	0,11315	7,3547	0,03394	0,03394	0,03394
0,34987	0,25067	0,17028	5,1084	0,34056	0,34056	0,34056
0,98308	0,70395	0,47900	9,5800	0,14370	0,14370	0,14370
0,34357	0,26796	0,13458	4,0374	0,01346	0,01346	0,01346
0,56864	0,40718	0,27707	2,7707	0,05541	0,05541	0,05541
0,19387	0,15120	0,07594	2,6579	0,00759	0,00759	0,00759

Berdasarkan hasil uji inner model menunjukkan hasil bahwa variabel BIM secara tidak langsung berpengaruh terhadap efektivitas biaya, nilai T-Statistic $0,5596 < 1,9600$ dan nilai B-Value $0,08609 > 0,0500$ maka signifikan. Sedangkan, hasil pengujian korelasi BIM terhadap biaya\ melalui perceived usefulness dengan nilai T-Statistic $6,8667 > 1,9600$ dan nilai B-Value $0,21128 > 0,0500$ maka hasil diterima.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Efektivitas variabel $PU \rightarrow ACC$ berpengaruh positif, $PEoU \rightarrow ACC$ berpengaruh positif dan variabel PU dan $PEoU \rightarrow ACC$ sama-sama berpengaruh positif. Efektivitas pengaruh variabel

biaya, yaitu PU→ACC berpengaruh positif, PEOU→ACC berpengaruh positif dan PU dan PEOU→ACC sama-sama berpengaruh positif. Efektivitas pengaruh waktu diterima dan berpengaruh positif terhadap penerimaan BIM. Variabel PU memiliki pengaruh dominan terhadap penerimaan BIM dengan nilai T-statistic 2,6579 dan pada variabel mutu PEOU memiliki pengaruh dominan terhadap penerimaan BIM dengan nilai T-statistic 7,3547. Skor R-square ACC atau variabel endogen pada mutu adalah 0,680 dan nilai ACC adalah 0,772. Hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa variabel waktu dipengaruhi dengan penggunaan aplikasi BIM dengan nilai signifikan, T-Statistic 5,0494 > 1,96, nilai W-Value 0,16831 < 0,0500. Sedangkan hasil pengujian korelasi BIM terhadap Mutu melalui perceived usefulness dengan nilai T-Statistic 5,1084 > 1,96 dan nilai M-Value 0,10028 < 0,5 maka hasil diterima, Hal ini dapat diartikan bahwa variabel mutu berpengaruh positif terhadap BIM. Berdasarkan kesimpulan dari hasil pemodelan, maka rekomendasi bagi perusahaan dan pemangku kepentingan lainnya. antara lain: (1). Perusahaan menjaga dan meningkatkan keterlibatan penggunaan BIM, karena memiliki pengaruh dominan dalam meningkatkan efektivitas proyek, dampak luasnya meningkatkan kepuasan pelanggan., (2). Variabel Perceived Usefulness dan Perceived Ease of Use ditingkatkan oleh organisasi melalui proses peningkatan penggunaan aplikasi BIM diseluruh bagian proyek agar lebih mudah diterima oleh seluruh anggota organisasi proyek, memberikan pelatihan yang masiv untuk meningkatkan partisipasi., (3) Variabel bebas dalam penelitian ini sangat penting untuk mempengaruhi loyalitas Pelanggan, maka aplikasi BIM untuk meningkatkan efektivitas proyek dapat dijadikan acuan untuk melanjutkan penelitian untuk skala proyek sampai dengan progress 100%. dan mempertimbangkan variabel lain yang belum tercakup dalam penelitian sebelumnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khahhar Hawari, 2009, "Identifikasi Risiko Proyek Pada Tahap Konstruksi Bangunan Bertingkat 4-20 Lantai di Jabodetabek dari Sudut Pandang Kontraktor", Skripsi., Universitas Indonesia, Digilib UI.
- [2] Al-Ashmori, Y.Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y.H.M., Sabah, S.H.A., Rafindadi, A.D. u., Mikić, M. 2020. "BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia", *Ain Shams Engineering Journal*.
- [3] Anak Agung Gde Agung Yana., Anak Agung Diah Parami Dewi., dan Yandi Kurniawan Kayun Harefa., 2020., "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Proyek dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung"., *Jurnal Spektran Vol. 8, No. 2, Juli 2020, Hal. 215 – 221.*,
- [4] Imam Sugeng Santoso., Agus Suroso., dan Mawardi Amin., 2023., "Pengaruh Tingkat Penerapan BIM 5D terhadap Kinerja Biaya Proyek Konstruksi"., *Jurnal Konstruksia., Volume 14 Nomer 2.*
- [5] Rosma Indriyani., Yusuf Latief., 2024., "Pengembangan Proses Perencanaan dan Pengendalian Pembangunan Jalan Tol Berbasis PMBOK untuk Meningkatkan Kinerja Proyek"., *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia p-ISSN: 2541-0849., e-ISSN: 2548-1398., Vol. 9, No. 4, April 2024., Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia*
- [6] I Gede Ngurah Sunatha., Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa., Tjokorda Istri Praganingrum., Putu Mia Loviani., 2023., "Kinerja Biaya dan Waktu Proyek Dengan Metode Earned Value Management"., *Jurnal Teknik Gradien Vol. 15, No. 02, Oktober 2023, Hal. 39 - 47 e-ISSN: 2797-0094*
- [7] Sarju, Dwi Vera Asmarayani, Nindy Cahyo Kresnanto., (2023)., "Penilaian Efektifitas Implementasi Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung"., *Jurnal Teknik Sipil JTS, Vol. 16, No. 4, April 2022, hlm 247-260*
- [8] Patrick Dallasega, Andrea Revolti, Philipp Christopher Sauer, Felix Schulze, E. R. (2020). "BIM, Augmented and Virtual Reality Empowering Lean Construction Management : A Project Simulation Game". *Procedia Manufacturing, Page 49–54. https://doi.org/10.1016/j.promfg - 20 20.04.059*

- [9] Sinoh, S. S., Othman, F., & Ibrahim, Z. (2020). “Critical success factors for BIM implementation: a Malaysian case study. Engineering, Construction and Architectural Management”. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2019-0475>
- [10] N. S. Nugroho., (2020)., “Construction Time Determination Model, Automatically Detected Resource Needs Using Programs”., International Journal. Innovation Technology Explorer Engineering., vol. 9, no. 9, pp. 161–171.
- [11] D. F. Paikun, S. M. Sholihah, U. Faisal, and T. Kadri., (2019)., “Conceptual Estimation of Cost Significant Model on Shop-Houses Construction”., Available at : Google Scholar.
- [12] Ikra Nasrul Khuri Saputra, Nunung Widyaningsih Bambang Purwoko Kusumo Bintoro., (2019)., “Integrasi Crasing Program dan Building Information Modelling pad Proyek High Rise Building’. Jurnal Konstruksia., Volume 10 Nomer 2., Hal; 29-38.
- [13] Elok Irianing Tyas, Emile Satia Darma., (2019)., “Pengaruh Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, Perceived Enjoyment, dan Actual Usage Terhadap Penerimaan Teknologi Informasi”., journal Reviu Akuntansi dan Bisnis Indonesia., Vol. 1 No. 1, Hlm: 25-35.