

STUDI PENINGKATAN PERENCANAAN TEKNIK DAN PERFORMA WAKTU DENGAN IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) VISUALISASI DAN COMMON DATA ENVIRONMENT (CDE) PADA PROYEK INFRASTRUKTUR JALAN TOL

T.A. Putra^{1*} dan A. Suroso¹

¹ Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta
Corresponding author: tommyanugrahputra@gmail.com

ABSTRAK: Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 109 Tahun 2020 menetapkan sebanyak 269 usulan proyek strategis nasional (PSN) dan khususnya pada sektor jalan dan jembatan terdapat 44 usulan proyek jalan tol yang menjadi prioritas. Diketahui proyek jalan tol dalam pelaksanaannya memiliki potensi yang kompleks dalam perencanaan dan potensi akan keterlambatan pembangunan. Dalam rangka penyelenggaraan program pembangunan nasional yang efisien, cepat, akuntabel, dan berkesinambungan dengan pemanfaatan teknologi konstruksi digital, maka diperlukan pedoman pengelolaan implementasi teknologi Building Information Modelling yang selanjutnya disingkat BIM pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan mulai dari tahap pra perencanaan, perencanaan teknis, pengadaan lahan, konstruksi, dan pemanfaatan bangunan. Harapnya dengan adanya implementasi BIM menjadi bagian penting dari aset digital untuk pengambilan keputusan dan sebagai data pada fase berikutnya, sehingga data tidak mengalami redundan dan loss data yang dapat menghambat dalam pengambilan keputusan. Berdasarkan fenomena pada penjelasan tersebut, peneliti akan melakukan analisis untuk mencari pengaruh implementasi building information modeling (BIM) visualisasi dan BIM common data environment terhadap upaya peningkatan kualitas perencanaan dan performa waktu dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan tol. Hasil dari analisis didapatkan bahwa terdapat 63,70% pengaruh implementasi BIM terhadap peningkatan perencanaan dan terdapat 77,10% pengaruh peningkatan perencanaan terhadap peningkatan performa waktu pelaksanaan.

Kata Kunci: Perencanaan, Waktu, Visualisasi, CDE dan Infrastruktur

ABSTRACT: Presidential Regulation (Perpres) Number 109 of 2020 stipulates 269 proposed national strategic projects (PSN) and specifically in the road and bridge sector, there are 44 proposed toll road projects that are priorities. It is known that toll road projects in their implementation have complex potential in planning and potential for construction delays. In order to implement an efficient, fast, accountable, and sustainable national development program with the utilization of digital construction technology, guidelines are needed for managing the implementation of Building Information Modeling technology, hereinafter abbreviated as BIM, in the scope of road and bridge construction work starting from the pre-planning stage, technical planning, land acquisition, construction, and building utilization. It is hoped that the implementation of BIM will become an important part of digital assets for decision making and as data in the next phase, so that data does not experience redundancy and data loss that can hinder decision making. Based on the phenomena in the explanation, the researcher will conduct an analysis to find the effect of the implementation of building information modeling (BIM) visualization and BIM common data environment on efforts to improve the quality of planning and time performance in the implementation of toll road infrastructure projects. The results of the analysis showed that there was a 63.70% influence of BIM implementation on improving planning and there was a 77.10% influence of improving planning on improving implementation time performance.

Keywords: Planning, Time, Visualization, CDE and Infrastructure

PENDAHULUAN

Infrastruktur menurut American Public Works Association (Stone,1974 dalam Kodoatie, R.J.,2005), infrastruktur adalah fasilitas-fasilitas fisik yang

dikembangkan atau dibutuhkan oleh agen-agen publik untuk fungsi-fungsi pemerintahan dalam penyediaan air, tenaga listrik, pembuangan limbah, transportasi dan pelayanan-pelayanan similar untuk memfasilitasi tujuan-tujuan sosial dan ekonomi. Pada Peraturan Presiden

(Perpres) Nomor 109 Tahun 2020 Tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (PSN) terdapat 269 usulan proyek yang menjadi PSN untuk didorong percepatan pelaksanaannya. Salah satu sektor proyek strategis nasional (PSN) di bidang jalan dan jembatan terdapat sebanyak 44 usulan proyek infrastruktur jalan tol yang tersebar di berbagai provinsi Indonesia. Tantangan dalam pelaksanaan pembangunan infrastruktur jalan tol salah satunya adalah perencanaan yang cukup kompleks dan berpotensi akan adanya keterlambatan jadwal konstruksinya. Dalam era industri 4.0 yang semakin berkembang dengan pesatnya, adanya penggunaan teknologi informasi dan komunikasi menjadi kebutuhan yang tidak dapat dihindari, termasuk dalam bidang pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan, sehingga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Direktorat Jenderal Bina Marga mengeluarkan Surat Edaran (SE) Nomor 25.1/SE/Db/2023 Tentang Pedoman Implementasi Building Information Modelling (BIM) Pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Dalam surat edaran tersebut disebutkan bahwa Dalam rangka penyelenggaraan program pembangunan nasional yang efisien, cepat, akuntabel, dan berkesinambungan dengan pemanfaatan teknologi konstruksi digital, maka diperlukan pedoman pengelolaan implementasi teknologi Building Information Modelling yang selanjutnya disingkat BIM pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan mulai dari tahap pra perencanaan, perencanaan teknis, pengadaan lahan, konstruksi, dan pemanfaatan bangunan. Harapnya dengan adanya implementasi BIM menjadi bagian penting dari aset digital untuk pengambilan keputusan dan sebagai data pada fase berikutnya, sehingga data tidak mengalami redundan dan loss data yang dapat menghambat dalam pengambilan keputusan. Menurut Surat Edaran Nomor 11/SE/Db/2021 di Direktorat Jenderal Bina Marga menjelaskan bahwa Building Information Modeling (BIM) adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan yang di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam proses perencanaan, pelaksanaan konstruksi, dan masa operasi bangunan untuk membentuk aset digital yang merupakan suatu kembaran dari kondisi fisik sesungguhnya (digital twin).

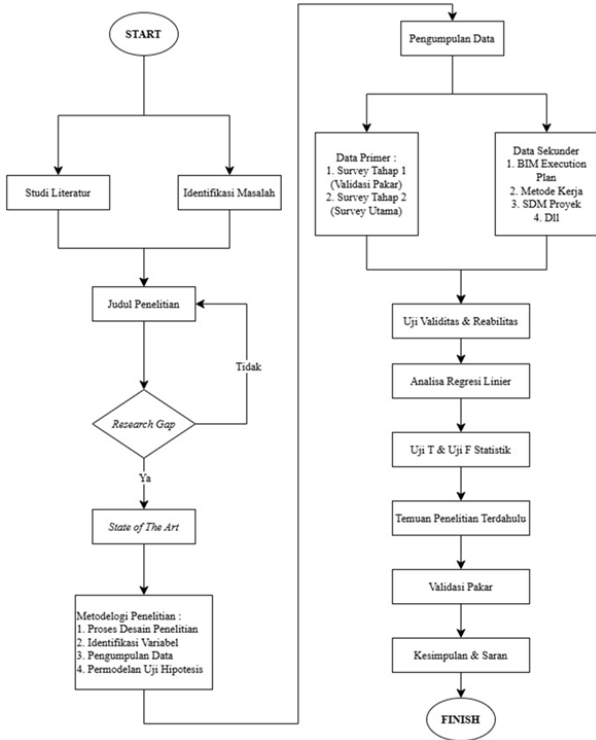
Dalam implementasinya Building Information Modeling (BIM) memiliki tingkat fungsi implementasinya atau disebut Level Of Dimension (LOD), LOD BIM terdiri dari level 3D-8D dengan penjelasannya BIM 3D berbasis permodelan parametric, BIM 4D berbasis BIM 3D ditambahkan perencanaan

schedule, BIM 5D berbasis BIM 4D ditambahkan perencanaan pembiayaan, BIM 6D berbasis BIM 5D ditambahkan perencanaan / analisa energi, BIM 7D berbasis BIM 6D ditambahkan manajemen fasilitas berbasis 3D Model dan BIM 8D berbasis perencanaan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam 3D Model. Adapun implementasi BIM untuk document management system (DMS) yaitu BIM Common Data Environment (CDE). Berdasarkan penelitian terdahulunya telah menunjukkan bahwa dari perbandingan metode BIM dengan metode konvensional diketahui bahwa metode BIM dapat menghemat waktu perencanaan sebesar 50% (Berlian dkk, 2016) dan penelitian terdahulu lainnya juga menyebutkan bahwa penggunaan BIM memberikan manfaat sebagai media komunikasi dalam kolaborasi stakeholders yang efektif (Rafli dkk, 2018). Berdasarkan fenomena pada penjelasan tersebut, peneliti akan melakukan analisis untuk mencari pengaruh implementasi building information modeling (BIM) visualisasi dan BIM common data environment terhadap upaya peningkatan kualitas perencanaan dan performa waktu dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan tol.

METODE PENELITIAN

Penelitian merupakan upaya untuk mengembangkan pengetahuan, mengembangkan dan menguji teori. Dalam kaitannya dengan upaya pengembangan pengetahuan, Welberg (1986) mengemukakan lima langkah pengembangan pengetahuan melalui penelitian, yaitu: (1) mengidentifikasi masalah penelitian, (2) melakukan studi empiris, (3) melakukan replikasi atau pengulangan, (4) menyatukan (sintesis) dan mereview, dan (5) menggunakan dan mengevaluasi (McMillan dan Schumacher, 2001: 6). Menurut Nasution (2009, hlmn.3), menjelaskan bahwa desain penelitian merupakan rencana tentang cara mengumpulkan dan menganalisis data agar dapat dilaksanakan secara ekonomis serta serasi dengan tujuan penelitian. Rencana penelitian akan mengaplikasikan metode survei dengan jenis survei deskriptif dan survei eksploratif, dengan demikian penelitian ini akan menargetkan terhadap sejumlah populasi tertentu dengan tujuan untuk menyelidiki dan mengambil acuan dengan mengaitkan variabel-variabel yang terkait dengan fenomena yang akan diselidiki. Pada penelitian ini, variabel-variabel kuesioner diverifikasi kepada ahli-ahli pakar yang expert di bidang implementasi BIM. Verifikasi ini dilakukan sebelum kuesioner disebar kepada responden umum dengan tujuan memastikan relevansi variabel terhadap tujuan penelitian. Setelah verifikasi, kuesioner disebar kepada responden umum dimana dalam penelitian ini didapatkan sebanyak 37 responden umum yang terdiri dari engineering

manager, construction engineer, bim modeler dan drafter dari lima proyek konstruksi infrastruktur jalan tol. Desain penelitian pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi dua variabel yaitu variabel terikat yang dijelaskan pada Tabel 1 dan variabel bebas yang dijelaskan pada Tabel 2.

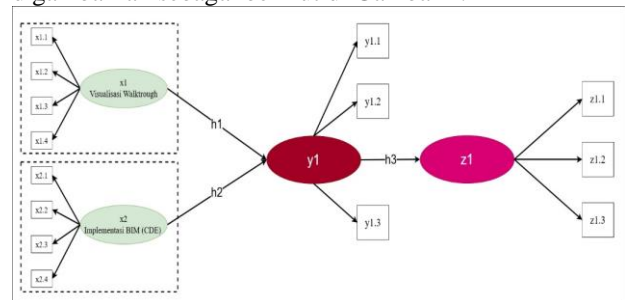
Tabel 1. Variabel Terikat

No	Variabel Terikat	Kode Indikator	Indikator Variabel
1	Hasil Produk Perencanaan	y1.1	Pengambilan Keputusan Desain Lebih Efektif Waktu (Yeturu et al, 2023)
		y1.2	Pemilihan Desain yang Lebih Tepat Untuk Dilaksanakan Berdasarkan Teknis dan Non Teknis (Biaya) (Yeturu et al, 2023)
		y1.3	Desain Tidak Saling Clash / Bentrok (Yeturu et al, 2023)
2	Kinerja Waktu	z1.1	Waktu Penyelesaian Konstruksi Lebih Cepat / Tepat Waktu (Repp, 2012)
		z1.2	Sequence Pekerjaan Teratur / Tidak Saling Clash (Repp, 2012)
		z1.3	Meminimalkan Durasi Pekerjaan (Repp, 2012)

Tabel 2. Variabel Bebas

No	Variabel Bebas	Kode Indikator	Indikator Variabel
1	Visualisasi Walktrough	x1.1	Visualisasi Berbasis BIM Dapat Meningkatkan Keberlanjutan Suatu Proyek Dengan Koordinasi yang Efektif.
		x1.2	Representasi Virtual Akan Sekuensial Pelaksanaan Pekerjaan Berbasis BIM.
		x1.3	Visualisasi Hasil BIM Menggambarkan Hubungan Antar Proses Konstruksi.
		x1.4	Visualisasi Proyek Untuk Memberikan Visual / Gambaran Suatu Pekerjaan Proyek.
2	Implementasi BIM Common Data Environment (CDE)	x2.1	CDE Berfungsi Sebagai Platform Sumber Informasi yang Disepakati untuk Setiap Proyek Atau Aset Tertentu untuk Mengumpulkan, Mengelola, dan Menyimpan Informasi Melalui Proses yang Dikelola.
		x2.2	Melalui CDE, Pengguna Sesuai Perannya Dapat Melihat Sumber Daya dan Informasi di Dalam CDE dan Melakukan Proses Upload dan Download, Beserta Approval di Operasi CDE.
		x2.3	Melalui Platform CDE, Menjadikan Terciptanya Hubungan Antar Sumber Data Berbasis Teknologi Web Semantik.
		x2.4	Melalui Platform CDE, Menyediakan Sumber Informasi Secara Rutin & Real Time

Sedangkan untuk model variabel penelitian ini digambarkan sebagai berikut di Gambar 2.



Gambar 2. Model Variabel Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Menurut Sugiyono (2019:69) variabel bebas (independen) adalah “variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat)” sedangkan variabel terikat (dependen) adalah “variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas”. Persamaan model regresi untuk menghitung variabel sebagai berikut :

$$Y1 = a + b.X1 + c.X2 \dots\dots\dots(1)$$

$$Z1 = a + b.Y1 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- Y1 = Peningkatan Perencanaan
- Z1 = Performa Waktu
- X1 = Visualisasi Walkthrough
- X2 = Implementasi BIM CDE
- a = Konstanta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini proses analisis model regresi akan menggunakan program JASP, proses analisis data pertama yaitu uji validitas dan uji reabilitas variabel. Hasil uji validitas dirangkum pada Tabel 3 dan hasil uji reabilitas dirangkum pada Tabel 4 berikut :

Tabel 3. Uji Validitas

Variabel	Pearson's r	tabel	Kesimpulan
X1	0,798	> 0,324	Valid
X2	0,617	> 0,324	Valid
Y1	0,878	> 0,324	Valid

Tabel 4 . Uji Reabilitas

Variabel	Cronbach's α	Standar Reabilitas	Kesimpulan
X1	0,965	> 0,600	Reliabel
X2	0,811	> 0,600	Reliabel
Y1	0,944	> 0,600	Reliabel

Hasil dari pengujian didapatkan bahwa variabel-variabel penelitian valid dan reliabel. Dilanjutkan pengujian instrumen lainnya yaitu analisis regresi linier berganda untuk Persamaan Y1 dan analisis regresi linier sederhana untuk Persamaan Z1. Hasil ouput sebagai berikut :

$$Y1 = a + b.X1 + c.X2 = 1,312 + 0,645.X1 + 0,023.X2 \dots\dots\dots(3)$$

Hasil proses analisis menghasilkan nilai koefisien determinasi (R2) untuk Persamaan Y1 sebesar 0,637 atau dalam bentuk presentase sebesar 63,70%, artinya variabel bebas (x) model penelitian secara simultan atau parsial berpengaruh terhadap variabel (y1) sebesar 63,70%. Secara arti statistik, nilai tingkat kebenaran hasil analisis regresi sebesar 63,70%, dan nilai sisa sebesar 36,30% dari pengaruh variabel lainnya yang tidak diteliti pada penelitian ini. Proses analisis regresi linier selanjutnya adalah Persamaan Z1, didapat hasil output sebagai berikut :

$$Z1 = a + b.Y1 = 0.955 + 0.899.Y1 \dots\dots\dots(4)$$

Hasil proses analisis menghasilkan nilai koefisien determinasi (R2) untuk Persamaan Z1 sebesar 0,771 atau dalam bentuk presentase sebesar 77,10%, artinya variabel bebas (y1) model penelitian secara simultan atau parsial berpengaruh terhadap variabel (z1) sebesar 77,10%. Secara arti statistik, nilai tingkat kebenaran hasil analisis regresi sebesar 77,10%, dan nilai sisa sebesar 22,90% dari pengaruh variabel lainnya yang tidak diteliti pada penelitian ini.

Uji instrumen selanjutnya setelah analisis regresi linier adalah analisa multikolinieritas, analisa ini mempunyai fungsi menguji apakah model regresi tersebut ditemukan adanya korelasi yang tinggi atau sempurna antar variabel independen. . Dengan syarat melihat nilai tolerance, jika nilai tolerance lebih besar dari > 0,10 maka artinya tidak terjadi multikolinieritas. Atau melihat nilai VIF, jika nilai VIF lebih kecil dari < 10,00 maka artinya tidak terjadi multikolinieritas. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan untuk analisis multikolinieritas sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian Multikolinieritas Persamaan 1 (Y1)

Model	Tolerance	VIF	Kesimpulan
H0			
H1			
X1	0,422	2,369	tidak terjadi multikolinieritas.
X2	0,422	2,369	tidak terjadi multikolinieritas.

Tabel 6. Pengujian Multikolinieritas Persamaan 2 (Z1)

Model	Tolerance	VIF	Kesimpulan
H0			
H1			
Y1	1,000	1,000	tidak terjadi multikolinieritas.

Analisis selanjutnya adalah uji-T dan uji-F, Uji-T dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel x secara parsial terhadap variabel y sedangkan Uji-F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel x secara simultan terhadap variabel y. Uji T dilakukan dengan syarat nilai t_{hitung} harus lebih besar dari nilai t_{tabel} dan ρ_{hitung} harus lebih kecil dari 0,05 (tingkat signifikansi 5%). Pada Persamaan 1 (Y1) dan Persamaan 2 (Z1) didapat nilai koordinat tabel = $t(a/2; n-k-1)$ sehingga didapatkan dari tabel nilai $t_{tabel} = 2,032$. Kesimpulan Uji-T untuk Persamaan 1 (Y1) dilampirkan pada Tabel 7 dan untuk Persamaan 2 (Z1) dilampirkan pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 7 . Uji-T Persamaan 1 (Y1)

Model	t	ρ	Kesimpulan
H0			
H1			
X1	4,905	$2,281 \times 10^{-5}$	Berpengaruh Signifikan
X2	0,150	0,882	Berpengaruh Tidak Signifikan

Tabel 8 . Uji-T Persamaan 2 (Z1)

Model	t	ρ	Kesimpulan
H0			
H1			
Y1	10,848	$9,662 \times 10^{-13}$	Berpengaruh Signifikan

Pengujian Nilai-F dilakukan dengan syarat nilai F_{hitung} harus lebih besar dari nilai F_{tabel} dan ρ_{hitung} harus lebih kecil dari 0,05. Pada persamaan 1 (Y1) dan persamaan 2 (Z1) dengan nilai koordinat F_{tabel} didapatkan nilai F_{tabel} adalah 3,267. Sedangkan untuk nilai F_{hitung} dan ρ_{hitung} untuk persamaan 1 (Y1) dan persamaan 2 (Z1) berdasarkan hasil output dirangkum dalam Tabel 9 dan Tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 9 . Uji-F Persamaan 1 (Y1)

Model	F	ρ	Kesimpulan
H1			
Y1	29,850	$3,277 \times 10^{-8}$	Berpengaruh Signifikan

Tabel 10 . Uji-F Persamaan 2 (Z1)

Model	F	ρ	Kesimpulan
H1			
Z1	117,677	$9,662 \times 10^{-13}$	Berpengaruh Signifikan

KESIMPULAN

Hasil dan rangkuman kesimpulan dari penelitian ini, didapatkan dari Persamaan 1 yaitu pengaruh implementasi BIM visualisasi dan BIM CDE terhadap peningkatan perencanaan engineering seperti gambar kerja, penjadwalan, perhitungan quantity serta pelaporan memiliki koefisien regresi yang bernilai positif dengan model analisis regresi yaitu $Y1 = 1,312 + 0,645.X1 + 0,023.X2$ dan nilai tingkat kebenaran sebesar 63,70%. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa kedua variabel secara simultan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan perencanaan engineering serta mendukung terhadap penelitian terdahulunya bahwa implementasi BIM mempunyai nilai positif apabila diimplementasikan.

Sedangkan pada Persamaan 2 yaitu pengaruh peningkatan perencanaan engineering terhadap kinerja waktu pelaksanaan memiliki koefisien regresi yang bernilai positif dengan model analisis regresi yaitu $Z1 = 0,955 + 0,899.Y1$ dan nilai tingkat kebenaran sebesar 77,10%. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan kualitas atau mutu dari produk engineering seperti hasil lebih detail, lebih efektif dan lebih efisien waktu akan berpengaruh dalam meningkatkan kinerja waktu pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Agirachman, Fauzan Alfi et al. (2018). Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia. France : MATEC Web of Conferences 147,06002.
- Albab, Ahmad Ulil dan Erizal. (2021). Analisis Kinerja Waktu dan Penerapan Building Information Modeling pada Proyek Pembangunan Jasmine Park Apartment Bogor. Bogor : Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan.
- Amin, Haidar Khoirul et al. (2023) Analisis Faktor Faktor Penghambat Implementasi Building Information Modelling (BIM) Terhadap Keberhasilan Penerapannya Pada Tahap Perencanaan Proyek Jalan Tol. Jakarta : TEKNOSAINS Jurnal Sains Teknologi dan Informatika 10(1):91-100.
- Berlian P, Cinthia Ayu et al. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (Bim) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). Semarang : Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Chandra, Herry Pintardi et al. (2017). Building Information Modeling in the architecture-

- engineering construction project in Surabaya. *Procedia Engineering* 171 (2017) 348 – 353.
- Fitriani, Heni et al. (2019). Implementing BIM in architecture, engineering and construction companies: Perceived benefits and barriers among local contractors in Palembang, Indonesia. *New Zealand : International Journal of Construction Supply Chain Management* Volume 9 Number 1 2019.
- Hatmoko, Jati Utomo Dwi et al. (2019). Investigating Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia Construction Industry. France : MATEC Web Conf. Volume 258, 2019.
- Hutama, Handika Rizky et al. (2018). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi. Jakarta : *Jurnal Infrastruktur Universitas Pancasila* Vol 4 No 1 2018.
- Mieslenna, Cindy Fahmi. (2019). Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum* Vol 11, No 1 2019.
- Nugroho, Budiono Joko et al. (2022). Penerapan Aplikasi Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Rehabilitasi Dermaga Multifungsi Pulang Pisau. Semarang : *Jurnal Ilmiah Teknik*.
- Richard, Zhabrinna et al. (2018). BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia. France : MATEC Web of Conferences 195,06003 (2018)
- Sabela, Amelia Putri et al. (2021). Studi Awal Pemodelan Building Information Modeling (BIM) 4D Menggunakan Program Tekla Structures Berbasis Life Cycle (Studi Kasus Pada Proyek X Di Yogyakarta). Semarang : *Konferensi Nasional Teknik Sipil* 15.
- Saputra, Ikra Nasrul Khuri et al. (2019). Integrasi Crashing Program Dan Building Information Modelling Pada Proyek High Rise Building. Jakarta : *Jurnal Konstruksia* Vol 10 No. 2 Tahun 2019
- Suradi, Imam et al. (2020). Meningkatkan Kinerja Waktu Bangunan Wastewater Treatment Plant Dengan Supply Chain Management dan BIM. Colorado, USA : *International Journal of Advanced Science and Technology*.
- Yuwono, Rafli Bambang Endro. (2019). Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi Stakeholders. Jakarta : *Indonesia Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)*.
- Zahro, Puteri Khodijatuz et al. (2021). Evaluasi Perancangan Anggaran Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode BIM. *Teras Jurnal*.