

# KAJIAN IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) DI DUNIA KONSTRUKSI INDONESIA

Januar Pantiga <sup>1\*</sup>, Anton Soekiman <sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup> Magister Manajemen Proyek Konstruksi, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

<sup>2</sup> Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

Korespondensi: januar.pantiga@gmail.com <sup>\*</sup>, soekiman@unpar.ac.id <sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

*One of the most common obstacles encountered in the construction industry is the fragmented delivery process and relies on paper-based documentation and communication. To overcome these problems a good integration system is needed. Building Information Modeling (BIM) is a construction technology innovation that can help stakeholders to collaborate, visualize, and manage construction work better. However, the adoption rate of BIM in Indonesia is still behind compared to other countries. This research was conducted to gather information about the BIM adoption experience and the challenges and benefits faced by construction actors in Indonesia. This study elaborates the implementation of BIM in Indonesia in the last 10 years by literature review. Based on the results of the study it was found that in general the level of adoption of BIM by construction actors in Indonesia is still low, the main challenge faced is on process aspect, lack of experts (specialists), changes in work culture and lack of knowledge & understanding, while the most benefits of BIM is used for 3d modeling.*

**Keywords:** *Building Information Modeling, BIM adoption, BIM Indonesia, implementation of BIM, benefit of BIM*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu kendala yang umumnya ditemui dalam industri konstruksi yaitu pada proses pengiriman ‘*delivery*’ yang terfragmentasi dan mengandalkan dokumentasi dan komunikasi berdasarkan kertas ‘*paper-based*’. Kesalahan dan kelalaian dokumentasi dan komunikasi berdasarkan kertas sering mengakibatkan pembengkakan biaya, keterlambatan yang akhirnya menimbulkan konflik dan sengketa antar pihak yang terkait dalam proyek.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu sistem integrasi yang baik untuk mengkoordinasi dan mengkolaborasi antar *stakeholder* (pemilik, konsultan perencana, konsultan desain, kontraktor dan pengawas) dalam melaksanakan suatu proyek konstruksi.

*Building Information Modeling* (BIM) merupakan paradigma baru bagi para pelaku di industri konstruksi, yang dapat mendorong terintegrasinya antar *stakeholder* suatu proyek.

Integrasi ini berpotensi memberikan keselarasan dan efisiensi yang lebih baik diantara para pelaku konstruksi [1].

Telaga (2018) dalam penelitiannya menemukan bahwa artikel pertama tentang BIM di Indonesia diterbitkan pada 2013 yang menjelaskan pengalaman implementasi BIM di beberapa proyek konstruksi di Indonesia, dan penggunaan BIM pertama yang didokumentasikan dalam industri konstruksi Indonesia adalah pada tahun 2012, hal ini menunjukkan bahwa adopsi BIM di Indonesia tertinggal dengan negara maju yang telah menggunakan BIM sejak tahun 2000.

Berdasarkan permasalahan tersebut pada penelitian ini dilakukan kajian dan penelusuran untuk mengidentifikasi perkembangan adopsi serta tantangan dan manfaat implementasi BIM di Indonesia berdasarkan kajian literatur.

Batasan-batasan pada penelitian ini adalah:

- Identifikasi perkembangan adopsi, tantangan dan manfaat BIM yang diteliti hanya di Indonesia berdasarkan kajian

literatur.

- b. Publikasi yang dijadikan rujukan meliputi: jurnal, prosiding, seminar, artikel, buletin pada publikasi nasional dan internasional yang diterbitkan dari 2010 sampai dengan tahun 2019.
- c. Penelusuran dilakukan menggunakan mesin pencari *Google Scholar* dengan kata kunci dan frasa “BIM Indonesia”, “*Building Information Modeling Indonesia*”, “Adopsi BIM”, “Manfaat BIM”, “Implementasi BIM”, dan “Penerapan BIM”.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### 2.1 Definisi BIM

*Building Information Modeling* adalah representasi digital dari fisik dan karakteristik fungsional suatu fasilitas [2]. BIM sebagai pengembangan desain dan konstruksi melalui teknologi pemodelan yang mengaitkan serangkaian proses untuk menghasilkan, berkomunikasi dan menganalisis model bangunan [3].

BIM berfungsi sebagai sumber informasi bersama yang dapat diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan selama siklus hidup bangunan [2], digunakan sebagai suatu metoda untuk mencapai satu atau beberapa tujuan yang spesifik [4].

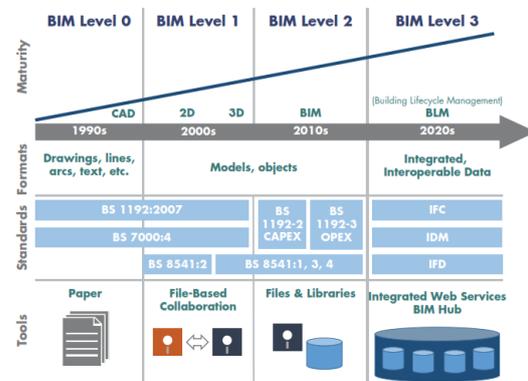
### 2.2 N-Dimensi BIM

Penggunaan BIM menjadikan pemodelan dalam bentuk 3D dengan elemen panjang, lebar dan tinggi yang berbasis obyek pemodelan parametrik. Penambahan elemen waktu untuk penjadwalan menjadikan BIM dalam 4D. Selanjutnya BIM dikembangkan menjadi 5D dengan penambahan elemen biaya untuk melakukan estimasi. Lalu BIM dapat dimanfaatkan perancang kinerja bangunan sebagai analisis energi dan pertimbangan dampak lingkungan yang disebut 6D. Setelah elemen-elemen informasi yang terkandung dalam BIM lengkap dapat digunakan *owner* untuk manajemen fasilitas seperti perawatan dan operasional yang disebut 7D [5].

### 2.3 BIM Maturity Level

Terdapat ilustrasi pada **Gambar 1** mengenai tingkat adopsi BIM dalam suatu organisasi yang menentukan tingkat *maturity* ‘kematangan’ penerapan teknologi informasi dalam konstruksi yang mengekspresikan

tingkat kolaborasi dalam proses serta tingkat kecanggihan *tools* ‘alat bantu’. Dalam pandangan ini BIM dilihat sebagai serangkaian tahapan perjalanan yang dimulai dengan era kertas CAD 2D menuju ke industri era digital [3].



**Gambar 1.** BIM Maturity Level

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Terlihat pada **Gambar 2**, metoda yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan kajian literatur. Informasi yang diperoleh yaitu terkait dengan perkembangan adopsi, tantangan dan manfaat BIM di Indonesia.



**Gambar 2.** Metodologi Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Bibliometrik

Pada **Tabel 1**, penelitian terdahulu

terkait BIM di Indonesia yang dianalisis pada penelitian ini berjumlah 11 literatur.

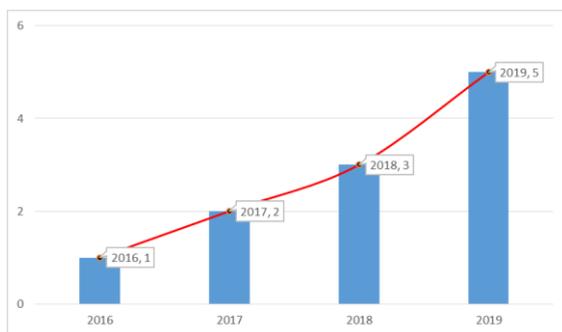
**Tabel 1.** Penelitian Terdahulu Implementasi BIM di Indonesia

No.	Judul Artikel/Jurnal	Penerbit	Penulis	Pembahasan
1.	Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)	Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 5, Nomor 2, Tahun 2016, Halaman 220 – 229. Universitas Diponegoro	Cinthia Ayu Berlian P., Randy Putranto Adhi, Arif Hidayat, Hari Nugroho	Melakukan perbandingan dalam kebutuhan waktu, SDM dan biaya antara metode konvensional dan metoda BIM pada tahap perencanaan proyek dengan studi kasus gedung 20 lantai.
2.	An overview of BIM uptake in Asian developing Countries	AIP Conference Proceedings 1903, 080008 (2017)	Noor Akmal Adillah Ismail, Maria Chiozzi, and Robin Drogemuller	Melakukan kajian literatur mengenai adopsi BIM di beberapa negara berkembang di Asia yang bertujuan untuk memberikan wawasan terkait perkembangan BIM dengan mempertimbangkan faktor pendorong dan hambatan dalam mengadopsi teknologi dan potensi di masa yang akan datang.
3.	Building Information Modeling in the architecture-engineering construction project in Surabaya	Procedia Engineering 171 (2017) 348 – 353	Herry Pintardi Chandra, Paulus Nugraha, Evan Sutanto Putra	Mengeksplorasi kebutuhan dukungan teknologi untuk implementasi BIM di proyek, manfaat dan tantangan BIM pada proyek <i>Architecture, Engineering and Construction</i> AEC di Surabaya.
4.	Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia	MATEC Web of Conferences 147, 06002 (2018)	Fauzan Alfi Agirachman, Ilham Fajar Putra, Adam Angkawijaya	Melakukan kajian awal mengenai urgensi adopsi BIM untuk industri <i>Architecture, Engineering and Construction</i> (AEC) di Indonesia
5.	Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi	Vol 4 No 1 (2018): Jurnal Infrastruktur Universitas Pancasila	Handika Rizky Hutama, Jane Sekarsari	Menganalisis faktor-faktor penghambat penerapan BIM sehingga didapatkan informasi faktor-faktor dan faktor utama yang mempengaruhi terhambatnya penerapan dalam proyek konstruksi sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat mengatasi faktor penghambat yang utama.
6.	<i>BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia</i>	<i>MATEC Web of Conferences</i> 195, 06003 (2018)	Zhabrinna, Richard J. Davies, M. Mirza Abdillah Pratama, Muhammad Yusuf	Mengidentifikasi seberapa jauh kemajuan pengadopsian BIM di Indonesia yang berfokus pada hubungan dan dampak implementasi BIM terhadap aspek keberlanjutan dalam konstruksi dan bangunan.
7.	Manfaat Penggunaan <i>Building Information Modelling</i> (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi <i>Stakeholders</i>	<i>Indonesia Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (CESD)</i> Universitas Trisakti (2019)	Raflis, Bambang Endro Yuwono, Ripsky Rayshanda	Melakukan kajian manfaat BIM pada perusahaan besar kontraktor dan konsultan teknik di DKI Jakarta yang telah menerapkan BIM dalam proses komunikasi.
8.	Integrasi <i>Crashing</i> Program Dan <i>Building Information Modelling</i> Pada Proyek <i>High Rise Building</i>	Jurnal Konstruksia Vol 10 No. 2 Tahun 2019	Ikra Nasrul Khuri Saputra, Nunung Widyaningsih, Bambang Purwoko Kusumo Bintoro	Menganalisis integrasi <i>Crashing</i> Program dan BIM pada proyek <i>High Rise Building</i> .
9.	Mengeksplorasi Penerapan <i>Building Information Modeling</i> (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna	Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum Vol 11, No 1 (2019)	Cindy Fahni Mieslenna, Andreas Wibowo	Melakukan identifikasi penerapan BIM pada industri konstruksi di Indonesia.
10.	Investigating <i>Building Information Modelling</i> (BIM) Adoption in	<i>MATEC Web Conf. Volume</i> 258, 2019	Jati Utomo Dwi Hatmoko, Yulian	Menginvestigasi adopsi dan penerapan BIM pada industri konstruksi di Indonesia dan

No.	Judul Artikel/Jurnal	Penerbit	Penulis	Pembahasan
	<i>Indonesia Construction Industry</i>		Fundra, Mochamad Agung Wibowo and Zhabrinna	mencari tantangan dan peluang terkait penerapan BIM
11.	<i>Implementing BIM in architecture, engineering and construction companies: Perceived benefits and barriers among local contractors in Palembang, Indonesia</i>	<i>International Journal of Construction Supply Chain Management Volume 9 Number 1 2019</i>	Heni Fitriani, Andy Budiarto, Saheed Ajayi, Yakni Idris	Menyelidiki tingkat kesadaran BIM, pengetahuan, manfaat yang dirasakan dan hambatan untuk pelaksanaannya di antara pelaku bisnis konstruksi lokal di Palembang.

#### 4.1.1 Jumlah Artikel Berdasarkan Tahun Publikasi

Jurnal yang dikaji tahun terbit minimal tahun 2015. Terdapat 11 artikel, dengan rincian yang terbit tahun 2016 berjumlah 1 artikel, tahun 2017 berjumlah 2 artikel, tahun 2018 berjumlah 3 artikel, dan tahun 2019 berjumlah 5 artikel. Berdasarkan informasi tersebut terlihat pada **Gambar 2** bahwa, tren penulisan jurnal penelitian BIM di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya.



**Gambar 2.** Tren Publikasi Artikel BIM

#### 4.1.2 Jumlah Artikel Berdasarkan Penulis

Dari 11 artikel yang ditinjau, seluruh artikel ditulis secara kolaboratif. Hal tersebut dapat dipahami bahwa penelitian penggunaan BIM di Indonesia masih relatif baru dan terbatas sehingga penulis pada umumnya melakukan penulisan secara kolaboratif supaya memperoleh hasil yang lebih baik.

#### 4.1.3 Jumlah Artikel Berdasarkan Metoda Penelitian

Sebelas artikel yang dijadikan kajian penelitian, terdapat 5 artikel menggunakan metode kualitatif [6][7][8][9][10], dan 5 artikel menggunakan metoda kuantitatif [11][12][13][14][15], dan juga terdapat 1 artikel menggunakan kombinasi metoda kualitatif dengan kuantitatif [16].

#### 4.2 Perkembangan Adopsi BIM di Indonesia

BIM sudah mulai diadopsi di industri konstruksi namun pemakaian BIM di Indonesia

masih rendah/terbatas [9][2] digunakan hanya pada proyek-proyek besar sebagian besar dalam fase desain dan teknik [7]. Pelaku konstruksi mengenali *software* yang mendukung Revit dan *ArchiCAD* BIM, namun mereka hanya menggunakan *AutoCAD* dan *Microsoft Office* dalam proyek mereka sementara ada juga yang telah menggunakan BIM secara terbatas seperti *StaadPro* dan *ArchiCAD*. Hal ini menunjukkan bahwa masih rendahnya tingkat kesadaran BIM dan implementasi BIM di antara pelaku konstruksi professional [8]. Merujuk pada hasil penelitian Davies *et al.* (2018), sebagian besar tingkat pemakaian BIM dalam organisasi/perusahaan di Indonesia masih berada pada level 1, yaitu BIM digunakan untuk pekerjaan desain konseptual dengan pemodelan 3D, data dan informasi proyek dikolaborasikan dalam bentuk elektronik. Namun pertukaran data antar lintas disiplin belum terstandarisasi.

#### 4.3 Tantangan BIM di Indonesia

Identifikasi tantangan BIM di Indonesia disajikan pada **Tabel 2**, dikelompokkan berdasarkan hasil penelitian Liang *et al.* (2016) yaitu *Multifunctional BIM Maturity Model*, yang dapat digunakan untuk menilai tingkat pengembangan BIM di lingkup proyek, organisasi dan industri. Pada model tersebut terdapat 3 aspek utama penilaian yaitu domain teknologi, domain proses dan domain protokol.

Dari **Tabel 2** terlihat bahwa tantangan paling banyak terdapat pada aspek proses. Tantangan yang paling sering ditemukan yaitu kurangnya tenaga ahli (spesialis), perubahan budaya kerja dan kurangnya pengetahuan & pemahaman.

Tantangan terbanyak berikutnya terdapat pada aspek protokol. Tantangan yang paling sering ditemukan yaitu belum adanya regulasi (hukum, standar, aturan) dan rendahnya permintaan pasar.

Pada aspek teknologi, tantangan yang paling sering ditemukan yaitu besarnya biaya investasi aplikasi BIM.

**Tabel 2. Identifikasi Tantangan BIM Indonesia**

Aspek	Tantangan BIM Indonesia	Penulis
Teknologi	Besarnya biaya investasi aplikasi BIM	R1, R2, R6, R7, R8, R9
	Kebutuhan spesifikasi <i>hardware</i> yang tinggi	R1, R3
Proses	Kurangnya Tenaga Ahli (Spesialisasi)	R1, R2, R7
	Perubahan (transisi) budaya kerja	R2, R3, R7
	Kurangnya pengetahuan atau pemahaman	R4, R6, R9
	Ketidacocokan <i>software</i>	R2, R3
	Prosedur operasional yang kompleks	R5, R6
	Aplikasi BIM kurang mampu bekerja maksimal untuk kualitas gambar yang cukup detail	R1
	Kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan	R5
	Tidak jelasnya target/ sasaran BIM yang ditetapkan perusahaan	R5
	Kebutuhan pelatihan	R7
Kendala komunikasi antar divisi dalam internal organisasi	R7	
Protokol	Belum adanya regulasi (hukum, standar, aturan)	R2, R3, R6
	Rendahnya permintaan pasar (klien)	R2, R6, R8
	Tidak menerapkan BIM manajemen proyek karena kontraktor dan perencana tidak menggunakannya	R5
	Rencana mutu yang belum jelas sehingga sulit untuk diaplikasikan dalam proyek	R5
	Kompleksitas pekerjaan menjadi beban bagi pengguna BIM manajemen proyek	R5

Catatan: R1= Adhi *et al.* (2016); R2= Ismail *et al.* (2017); R3= Chandra *et al.* (2017); R4= Agirachman *et al.* (2018); R5= Hutama dan Sekarsari (2018); R6= Davies *et al.* (2018); R7= Mieslenna dan Wibowo (2019); R8= Hatmoko *et al.* (2019); R9= Fitriani *et al.* (2019).

#### 4.4 Manfaat BIM di Indonesia

Hasil identifikasi manfaat BIM di Indonesia dikelompokkan berdasarkan dimensi BIM disajikan pada **Tabel 3**.

Pada **Tabel 3** terlihat, bahwa BIM yang digunakan sebagai pemodelan 3D kolaboratif memiliki manfaat paling sering ditemukan yaitu untuk kepastian perencanaan dan mempermudah dokumentasi.

Lalu pada 4D (3D + waktu) dan pada 5D (3D + waktu + biaya), efisiensi waktu dan efisiensi biaya merupakan manfaat yang paling sering ditemukan.

Pemanfaatan BIM untuk analisis keberlanjutan dan energi (6D) hingga digunakan sebagai pengelolaan fasilitas (7D) ditemukan dalam penelitian ini meskipun sedikit ditemukan.

**Tabel 3. Identifikasi Manfaat BIM di Indonesia**

N-Dimensi BIM.	Manfaat	Penulis
3D Pemodelan Kolaboratif	Kepastian dan mengurangi revisi pada tahap perencanaan ( <i>clash detection</i> )	R1, R4, R5, R8, R9
	Mempermudah dokumentasi	R2, R4, R8, R9
	Mempermudah koordinasi	R1, R2, R4
	Visualisasi dan simulasi pemodelan 3D	R4, R9, R10
	Mempermudah komunikasi	R2, R6
	Mempermudah kolaborasi	R4, R9
	Meningkatkan permintaan eksternal (Pasar, <i>Client</i> )	R4, R8
	Mengurangi RFI	R8
	Integrasi <i>software</i>	R9
	Membantu manajer dalam pengambilan keputusan	R4
4D Penjadwalan	Efisiensi waktu	R1, R2, R4, R5, R7, R9, R10
	Mengendalikan proyek konstruksi	R8
5D Pembiayaan	Efisiensi biaya	R1, R2, R3, R5, R10
	Efisiensi Sumber Daya Manusia (SDM)	R1, R2, R8, R9
	Menghindari kesalahan atau <i>rework</i> pada tahap pelaksanaan	R1, R8, R9
	Mengestimasi biaya	R8
6D Sustainability	Mengurangi limbah ( <i>waste</i> )	R5, R8
	<i>Sustainability</i> (keberlanjutan)	R4, R5
	Efisiensi energi	R4

N-Dimensi BIM.	Manfaat	Penulis
7D Pengelolaan Fasilitas	Manajemen Fasilitas/Bangunan	R10

Catatan: R1= Adhi *et al.* (2016); R2= Ismail *et al.* (2017); R3= Chandra *et al.* (2017); R4= Agirachman *et al.* (2018); R5= Davies *et al.* (2018); R6= Rayshanda *et al.* (2019); R7= Saputra *et al.* (2019); R8= Mieslenna dan Wibowo (2019); R9= Hatmoko *et al.* (2019); R10= Fitriani *et al.* (2019).

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian terkait implementasi *Building Information Modeling* (BIM) di Indonesia berdasarkan kajian literatur, yaitu sebagai berikut:

- a. BIM di Indonesia sudah mulai diadopsi oleh beberapa pelaku konstruksi meski masih terbatas yang sebagian besar dimanfaatkan pada fase desain dan teknik untuk proyek-proyek besar. Hal tersebut kemungkinan disebabkan kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang konsep BIM dalam siklus hidup proyek dan juga belum adanya standar dan regulasi untuk implementasi BIM di Indonesia. Tantangan tersebut berdampak beragamnya kesadaran dan motivasi para pelaku konstruksi dalam mengadopsi BIM.
- b. Tantangan BIM di Indonesia ditemukan paling banyak pada aspek proses, yaitu kurangnya Tenaga Ahli (spesialisasi), perubahan (transisi) budaya kerja, kurangnya pengetahuan atau pemahaman, ketidakcocokan *software*, prosedur operasional yang kompleks, aplikasi BIM kurang mampu bekerja maksimal untuk kualitas gambar yang cukup detail, kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan, tidak jelasnya target/ sasaran BIM yang ditetapkan perusahaan, kebutuhan pelatihan dan kendala komunikasi antar divisi dalam internal organisasi.
- c. Manfaat BIM di Indonesia ditemukan paling banyak pada pemodelan 3D kolaboratif yaitu kepastian dan mengurangi revisi pada tahap perencanaan (*clash detection*), mempermudah dokumentasi, mempermudah koordinasi, visualisasi & simulasi pemodelan 3D, mempermudah komunikasi, mempermudah kolaborasi, permintaan eksternal (pasar, *client*), mengurangi RFI, integrasi *software*, membantu manajer dalam pengambilan keputusan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252.
- [2] NBIMS (2012). "National BIM Standard - United States Version 2" National Institute of Building Sciences (NIBS) buildingSMART Alliance
- [3] Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (Third ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). *The uses of BIM. Classifying and Selecting BIM*, Pennsylvania State University (9th version).
- [5] Czmocho, I., & Pękala, A. (2014). Traditional design versus BIM based design. *Procedia Engineering*, 91, 210-215.
- [6] Adhi, R. P., Hidayat, A., & Nugroho, H. (2016). *Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)*. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 220-229.
- [7] Agirachman, F. A., Putra, I. F., & Angkawijaya, A. (2018). *Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia*. In MATEC Web of Conferences (Vol. 147, p. 06002). EDP Sciences.
- [8] Hatmoko, J. U. D., Fundra, Y., & Wibowo, M. A. (2019). *Investigating Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia Construction Industry*. In MATEC Web of Conferences (Vol. 258, p. 02006). EDP Sciences.
- [9] Ismail, N. A. A., Chiozzi, M., & Drogemuller, R. (2017, November). *An overview of BIM uptake in Asian developing countries*. In AIP conference Proceedings (Vol. 1903, No. 1, p. 080008). AIP Publishing.
- [10] Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). *Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna*. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 11(1), 44-58.
- [11] Chandra, H. P., Nugraha, P., & Putra, E. S. (2017). *Building Information Modeling in the architecture-engineering construction project in Surabaya*. *Procedia Engineering*, 171, 348-353.
- [12] Fitriani, H., Budiarto, A., Ajayi, S., & Idris, Y. (2019). *Implementing BIM in architecture, engineering and construction companies: Perceived benefits and barriers among local contractors in Palembang, Indonesia*.
- [13] Utama, H. R., & Sekarsari, J. (2018). *Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi*. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), 25-3.
- [14] Rayshanda, R. (2019). *Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Sebagai Media Komunikasi*

- Stakeholders*. Indonesian Journal of Construction Engineering And Sustainable Development (CESD), 1(2), 62-66.
- [15] Saputra, I. N. K., Widyaningsih, N., & Bintoro, B. P. K. (2019). *Integrasi Crashing Program Dan Building Information Modelling Pada Proyek High Rise Building*. *Konstruksia*, 10(2), 29-38.
- [16] Davies, R. J., Pratama, M. M. A., & Yusuf, M. (2018). *BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia*. In MATEC Web of Conferences (Vol. 195, p. 06003). EDP Sciences