

ANALISIS PENGHAMBAT PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA KONTRAKTOR DI KOTA DENPASAR

I Gusti Agung Gede Nodya Dharmastika¹, Putu Gede Suranata², Ida Ayu Cri Vinantya Laksmi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

E-mail: agungnodya@gmail.com, suranata10@gmail.com, vinantyalaksmi@gmail.com

Masuk:06-02-2024, revisi:17-04-2024, diterima untuk diterbitkan: 30-04-2024

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam industri konstruksi sudah mengarah menuju digitalisasi. Salah satunya adalah mulainya industri konstruksi menerapkan *Building Information Modeling* (BIM). BIM merupakan sistem untuk mengelola informasi menjadi permodelan bangunan dalam bentuk digital. BIM memproses input menjadi informasi dalam bentuk pemodelan bangunan sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dalam setiap tahapan proyek konstruksi. Dalam penerapannya, BIM masih belum optimal dan memiliki banyak hambatan. Dari 68 kontraktor di kota Denpasar, hanya 3 kontraktor saja yang sudah menggunakan BIM dalam pelaksanaan proyek konstruksinya. Oleh karena itu perlu dilakukan studi untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penghambat penerapan BIM pada kontraktor di kota Denpasar. Metode pengumpulan data dilakukan dengan kuisioner tertutup yang disebar ke 68 kontraktor di kota Denpasar. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan analisis faktor Principal Component Analysis (PCA). Analisis yang dilakukan menghasilkan 3 faktor yang menjadi penghambat penerapan BIM di kota Denpasar. 3 faktor tersebut antara lain: sulitnya memulai penerapan BIM, biaya yang tinggi dalam menerapkan BIM, BIM tidak menjadi target kontraktor. Faktor ketiga yaitu BIM tidak menjadi target kontraktor menjadi faktor yang paling dominan dengan nilai mean data tertinggi sebesar 3,907.

Kata kunci: Building Information Modeling (BIM); Faktor Penghambat; Kontraktor; Analisis Faktor

ABSTRACT

Technological developments in the construction industry have led to digitalization. One of them is the construction industry starting to implement Building Information Modeling (BIM). BIM is a system for managing information into building models in digital form. BIM processes input into information in the form of building modeling as an aid in the decision-making process at each stage of a construction project. In its application, BIM is still not optimal and has many obstacles. Of the 68 contractors in the city of Denpasar, only 3 contractors have used BIM in implementing their construction projects. Therefore, it is necessary to carry out a study to find out the factors that hinder the implementation of BIM among contractors in the city of Denpasar. The data collection method was carried out using a closed questionnaire which was distributed to 68 contractors in the city of Denpasar. The collected data was analyzed using Principal Component Analysis (PCA) factor analysis. The analysis carried out produced 3 factors that hindered the implementation of BIM in the city of Denpasar. These 3 factors include: difficulty in starting to implement BIM, high costs in implementing BIM, BIM is not a target for contractors. The third factor, namely that BIM is not the contractor's target, is the most dominant factor with the highest mean data value of 3.907.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Obstacle Factor; Contractor; Factor Analysis

1. PENDAHULUAN

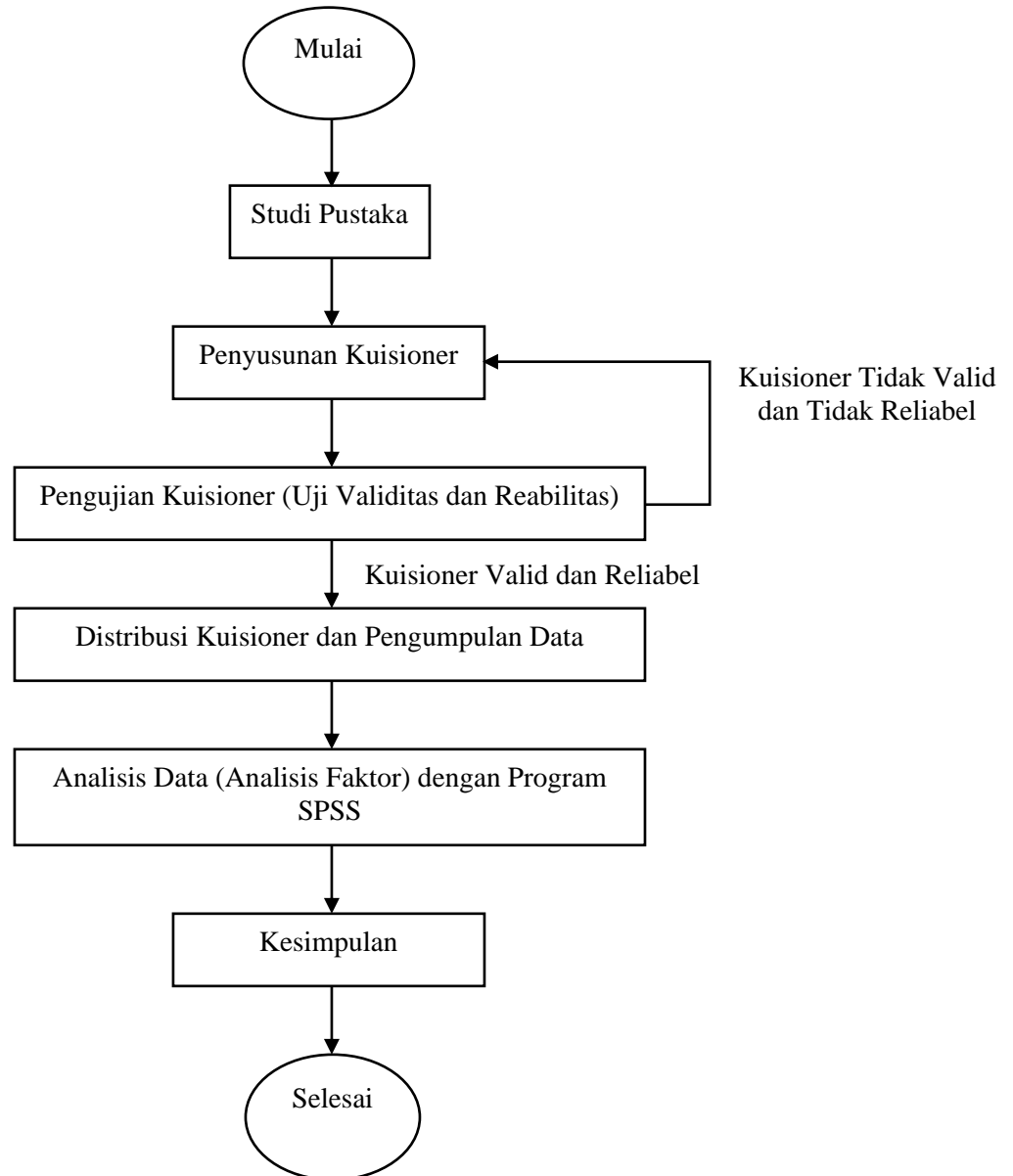
Pesatnya perkembangan teknologi dan informasi dalam perencanaan proyek konstruksi, menyebabkan pemanfaatan teknologi menjadi salah satu strategi dalam meningkatkan kinerja dan daya saing perusahaan dalam menangani proyek konstruksi secara efektif dan efisien. *Building Information Modeling* (BIM) adalah sistem informasi yang memproses input menjadi informasi dalam bentuk pemodelan bangunan sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dalam setiap tahapan proyek konstruksi. BIM merupakan representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional dari suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan mulai dari konsep hingga demolisi. BIM merupakan alat multi-dimensi sebagai pengembangan teknologi informasi yang membantu desain virtual dan teknik konstruksi (Utomo and Rohman, 2019).

Industri konstruksi di dunia telah mengakui manfaat BIM, oleh karenanya banyak proyek besar di negara maju telah menggunakan BIM. Beberapa negara telah menunjukkan tingkat adopsi BIM yang luar biasa dan mencatat bukti akan manfaat BIM (Ahuja et al., 2009). BIM telah diterapkan secara luas di seluruh dunia, khususnya di negara-negara maju (Hatem et al., 2018). Di Indonesia, BIM mulai mendapat perhatian lebih dari pelaku industri konstruksi, bahkan pemerintah Indonesia melalui dinas Pekerjaan Umum mengeluarkan panduan adopsi BIM di tahun 2018 dengan mengacu ke referensi negara maju seperti Singapura. Namun efisiensi dan produktivitas konstruksi di Indonesia masih lemah. Tingkat keahlian sumber daya konstruksi yang belum merata dan kurangnya sertifikasi. Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia juga masih rendah dibandingkan negara maju. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purnomo et al. (2022) menyimpulkan bahwa untuk meningkatkan efisiensi dan kolaborasi dalam menghadapi persaingan global yang sengit, sektor jasa konstruksi perlu mengintegrasikan BIM. Penerapan BIM harus merangkul semua bidang keilmuan (seperti arsitektur, teknik sipil, listrik, dan mekanikal) secara bersamaan dan terkoordinasi selama proses konstruksi. sektor jasa konstruksi membutuhkan langkah-langkah untuk mengembangkan atau mengadopsi BIM, merumuskan pedoman penggunaannya, serta mempromosikan kerjasama di antara para pemangku kepentingan.

Bali merupakan daerah dimana industri konstruksi sedang berkembang. Banyak investor asing yang terlibat dalam perkembangan industri konstruksi di Bali. Jumlah pelaksana konstruksi atau kontraktor pun terus meningkat pesat. Berdasarkan data dari Gabungan Pelaksana Konstruksi Indonesia (GAPENSI), Kota Denpasar memiliki jumlah kontraktor yang paling tinggi dibandingkan dengan kabupaten lain di Bali. Jumlah kontraktor di Denpasar sebanyak 68 kontraktor yang terdiri dari 1 kontraktor dengan kualifikasi besar, 13 kontraktor dengan kualifikasi menengah dan 54 kontraktor dengan kualifikasi kecil. Berdasarkan jumlah kontraktor tersebut, hanya 3 kontraktor saja yang sudah menggunakan BIM dalam pelaksanaan proyek konstruksinya. Hal ini menimbulkan pertanyaan, dikarenakan dengan menggunakan BIM akan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas proyek konstruksi. Maka dari itu penelitian akan dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penghambat dalam penerapan BIM pada kontraktor di Kota Denpasar.

2. METODE

Secara umum, penelitian ini dilakukan dengan skema diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sesuai dengan diagram alir, untuk menemukan faktor-faktor dalam menghambat penerapan BIM pada kontraktor di Denpasar, perlu dilakukan kajian teoritis guna menemukan faktor-faktor yang dianggap atau diduga sebagai penghambat dalam menerapkan BIM. Kajian teori dilakukan dengan mengumpulkan sejumlah faktor-faktor penghambat penerapan BIM dari penelitian-penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

2.1. Faktor – Faktor Penghambat

Menurut Utomo dan Rohman (2019) faktor-faktor yang menjadi penghambat dalam penerapan BIM adalah kurangnya pemahaman tentang BIM dan manfaatnya, kurangnya pengembangan kemampuan (*skill*) terhadap BIM, kurangnya pendidikan dan pelatihan (*training*) BIM, kurangnya BIM *Expert*, dan keengganan untuk berubah. Penelitian yang dilakukan oleh Pantiga and Soekiman (2021) menemukan bahwa yang menjadi faktor penghambat penerapan BIM adalah kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang konsep BIM dalam siklus hidup proyek, belum adanya standar dan regulasi untuk implementasi BIM di Indonesia, kurangnya Tenaga Ahli (spesialisasi) BIM, ketidakcocokan *software*, prosedur operasional BIM 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 atau sasaran BIM yang ditetapkan perusahaan, kendala komunikasi antar divisi dalam internal organisasi. Lalu menurut Waqar et al. (2023) beberapa faktor yang menjadi penghambat penerapan BIM adalah Biaya yang tinggi, keengganan untuk menggunakan BIM, dan Integrasi yang sulit antara BIM dan pelaksanaan proyek. Dari 30 artikel ilmiah yang telah ditelusuri, diperoleh 22 faktor yang diduga sebagai penghambat penerapan BIM. 30 artikel ilmiah dan 22 faktor tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Faktor-faktor yang diduga menjadi penghambat penerapan BIM

Faktor/Variabel	Penulis
Pemahaman BIM	(Memon et al., 2014)
Pendidikan dan Pelatihan BIM	(Chan, 2014)
SDM yang menguasai BIM sedikit	(Stanley and Thurnell, 2014)
Budaya Organisasi	(Liu et al., 2015)
Ketidakjelasan Standar dan Regulasi BIM	(Enshassi et al., 2016)
Biaya <i>Software</i> BIM yang Tinggi	(Marefat et al., 2019)
Biaya BIM <i>Expert</i>	(Criminale and Langar, 2017)
Kurangnya dukungan dari internal perusahaan	(Ahmed, 2018)
Butuh banyak waktu untuk menerapkan BIM	(Hatem et al., 2018)
Klien tidak meminta untuk menggunakan BIM	(Zhou et al., 2019)
Tidak Ada <i>Reward</i> Perusahaan	(Utomo and Rohman, 2019)
Terlalu banyak jumlah <i>software</i> yang ada	(Nelson and Tamtana, 2019)
Prosedur Operasional BIM yang Tidak Terstruktur	(Wong and Gray, 2019)
Ketidakpastian pengembalian investasi BIM	(Hamma-Adama et al., 2020)
Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	(Olanrewaju et al., 2020)
Tingkat Keberhasilan penerapan BIM Belum Jelas	(Farooq et al., 2020)
BIM Belum menjadi Tujuan Perusahaan	(Deng et al., 2020)
Rendahnya Tingkat Komunikasi Antar TIM	(Leśniak et al., 2021)

Kolaborasi untuk penerapan BIM sulit	(Babatunde et al., 2021)
Keterbatasan Dukungan Pemerintah	(Manzoor et al., 2021)
BIM belum dibutuhkan	(Johartiming et al., 2021)
Integrasi dengan sistem kerja yang sulit	(Pantiga and Soekiman, 2021)
	(Dalian and Mochtar, 2021)
	(Wu et al., 2021)
	(Siebelink et al., 2021)
	(Nguyen and Nguyen, 2021)
	(Likita et al., 2022)
	(Khoirul Amin and Agus Suroso, 2022)
	(Zhafirah et al., 2023)
	(Waqar et al., 2023)

2.2. Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif yaitu metode yang mengandalkan pengukuran objektif dan analisis matematis (statistik) terhadap sampel data yang diperoleh melalui kuesioner, jejak pendapat, tes, atau instrumen penelitian lainnya. Penelitian diawali dengan melakukan kajian teori untuk mengumpulkan faktor-faktor yang diduga menjadi penghambat dalam penerapan BIM pada kontraktor di kota Denpasar. Faktor-faktor yang telah terkumpul selanjutnya digunakan untuk merancang instrumen penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa kuesioner tertutup yang disusun berdasarkan dimensi maupun faktor yang sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini.

Skala pengukuran yang digunakan dalam instrumen penelitian adalah skala likert. Skala likert digunakan untuk mengukur persepsi, pendapat maupun ikap seseorang terhadap fenomena yang terjadi di sekitar. Pada skala likert berisi pernyataan dan pertanyaan yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pada Skala likert terdapat beberapa pilihan jawaban dalam bentuk angka (1 sampai 5 maupun 1 sampai 7). Tabel skala likert dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Skala likert

Angka	Arti
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Ragu-ragu
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Setelah melakukan penyusunan instrumen penelitian, kemudian dilanjutkan dengan melaksanakan survey. Survei akan dilakukan sebanyak dua kali dengan menggunakan instrumen penelitian berupa kuisisioner yang telah dirancang. Survei awal dilakukan untuk memastikan instrumen penelitian memiliki validitas dan reliabilitas yang baik. Setelah instrumen penelitian dinyatakan valid dan reliabel, maka dilanjutkan dengan melakukan survei utama. Responden dari penelitian ini ditujukan kepada *Top Management* pada Kontraktor yang terdaftar di GAPENSI kota Denpasar atau dengan jabatan minimal *Site Manager*.

2.3. Analisis Data

Data yang telah terkumpul melalui instrumen penelitian kemudian akan dianalisis menggunakan analisis faktor. Analisis faktor merupakan Teknik analisis statistik multivariat yang bertujuan mengurangi data. Analisis ini berusaha untuk menemukan hubungan antara setiap variabel independen yang dapat dibuat dari satu atau serangkaian variabel lebih kecil dari jumlah awal variabel (Adnyana et al., 2015). Dalam analisis ini juga digunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Proses PCA dapat dijelaskan secara sederhana yaitu sebuah variabel yang akan mengelompok ke dalam suatu faktor tertentu (faktor terdiri atas beberapa variabel) (Santoso, 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Validitas dan Reabilitas

Analisis diawali dengan melakukan uji validitas dan reabilitas terhadap instrumen penelitian yang dirancang dengan menggunakan program SPSS. Hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel uji validitas

Variabel	r Hitung	r Tabel 5%	Hasil
P1	0.420	0.361	Valid
P2	0.554	0.361	Valid
P3	0.605	0.361	Valid
P4	0.615	0.361	Valid
P5	0.767	0.361	Valid
P6	0.625	0.361	Valid
P7	0.545	0.361	Valid
P8	0.586	0.361	Valid
P9	0.702	0.361	Valid
P10	0.764	0.361	Valid
P11	0.629	0.361	Valid
P12	0.893	0.361	Valid

P13	0.526	0.361	Valid
P14	0.695	0.361	Valid
P15	0.458	0.361	Valid
P16	0.568	0.361	Valid
P17	0.411	0.361	Valid
P18	0.670	0.361	Valid
P19	0.581	0.361	Valid
P20	0.684	0.361	Valid
P21	0.528	0.361	Valid
P22	0.633	0.361	Valid

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai r hitung seluruh variabel lebih besar daripada r tabel. Maka instrument penelitian dapat dinyatakan valid. Analisis dilanjutkan dengan uji reliabilitas dari instrument penelitian yang telah disusun. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai *alpha cronbach* sebesar 0.918. karena nilai tersebut lebih besar dari 0.60, maka dapat dikatakan bahwa instrument penelitian sudah reliabel. Setelah instrumen penelitian dinyatakan valid dan reliabel, maka analisis dapat dilanjutkan dengan analisis faktor PCA

3.2. Analisis Faktor *Principal Component Analysis* (PCA)

Analisis dilanjutkan dengan analisis faktor PCA dengan menggunakan program SPSS. Hasil analisis faktor dapat di lihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Faktor *Principal Component Analysis* (PCA)

Faktor Terbentuk		Sulit untuk memulai penerapan BIM	Biaya yang tinggi dalam menerapkan BIM	BIM tidak menjadi target perusahaan	
		Eigen Value	8,813	1,959	1,459
Variabel		% of Variance	51,841%	11,523%	8,583%
		Cumulative %	51,841%	63,364%	71,947%
		Cronbach's Alpha	0,921	0,919	0,652
		Mean	3,667	3,846	3,907
		Loading Faktor			
Integrasi dengan sistem kerja yang sulit	3,840	0,871	0,028	0,267	
BIM belum dibutuhkan	3,400	0,869	0,148	0,099	
Butuh banyak waktu untuk menerapkan BIM	3,587	0,813	0,243	0,223	

Kolaborasi penerapan BIM yang sulit	3,720	0,739	0,206	0,290
Keterbatasan dukungan pemerintah	4,040	0,689	0,423	-0,061
Klien tidak meminta untuk menggunakan BIM	3,707	0,632	0,410	0,488
Ketidakjelasan standar dan regulasi	3,373	0,612	0,370	0,225
Kurangnya dukungan dari internal perusahaan	4,053	0,575	0,645	0,042
Biaya <i>software</i> BIM yang tinggi	3,827	0,553	0,569	-0,402
Terlalu banyak jumlah <i>software</i> yang ada	3,693	0,427	0,743	0,356
BIM belum menjadi tujuan perusahaan	3,613	0,366	0,062	0,813
Tidak ada <i>reward</i> dari perusahaan	3,800	0,291	0,823	0,069
Tingkat keberhasilan penerapan BIM belum jelas	3,853	0,189	0,869	0,156
Ketidakpastian pengembalian investasi BIM	3,613	0,173	0,733	0,260
SDM yang menguasai BIM sedikit	4,293	0,135	0,388	0,547
Prosedur operasional BIM yang tidak terstruktur	3,813	0,118	0,472	0,565
Rendahnya tingkan komunikasi antar tim	4,080	0,109	0,785	0,280

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 4, terbentuk 3 faktor yang menjadi penghambat penerapan BIM pada kontraktor di kota Denpasar. Faktor pertama adalah sulit untuk memulai penerapan BIM dengan nilai *eigen value* sebesar 8,813 dan *variance* sebesar 51,841%. Selanjutnya faktor biaya yang tinggi dalam menerapkan BIM dengan nilai *eigen value* sebesar 1,959 dan *variance* sebesar 11,532%. Dan yang terakhir adalah faktor BIM tidak menjadi target perusahaan dengan nilai *eigen value* 1,459 dan *variance* sebesar 8,583%. Nilai *eigen value* dan *variance* ini menunjukkan bahwa faktor pertama yaitu sulit untuk memulai penerapan BIM dapat menjelaskan varian dari variabel lainnya sebesar sebesar 51,841%. Dari ketiga faktor yang telah terbentuk, hasil analisis menunjukkan bahwa faktor BIM tidak menjadi target perusahaan menjadi faktor dominan sebagai penghambat penerapan BIM di kota Denpasar. Hal ini dilihat dari rata-rata nilai mean pada faktor tersebut yang paling tinggi diantara faktor lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis faktor PCA, dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor yang menjadi penghambat dalam penerapan BIM pada kontraktor di kota Denpasar adalah sulit untuk memulai penerapan BIM, biaya yang tinggi dalam menerapkan BIM, dan BIM tidak menjadi target perusahaan.
2. Faktor BIM tidak menjadi target perusahaan merupakan faktor yang paling dominan sebagai faktor penghambat penerapan BIM di kota Denpasar.

5. REFERENCES

- Adnyana, I.B.P., Anwar, N., Soemitro, R.A.A., Utomo, C. 2015. Critical Success Factors of Public-Private-Community Partnership in Bali Tourism Infrastructure Development. *Journal of Sustainable Development*, .
- Ahmed, S. 2018. Barriers to Implementation of Building Information Modeling (BIM) to the Construction Industry: A Review. *Journal of Civil Engineering and Construction*, 7(2).
- Ahuja, V., Yang, J., Shankar, R. 2009. Study of ICT Adoption for Building Project Management in the Indian Construction Industry. *Automation in Construction*, 18(4).
- Babatunde, S.O., Udejaja, C., Adekunle, A.O. 2021. Barriers to BIM Implementation and Ways Forward to Improve Its Adoption in the Nigerian AEC Firms. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(1).
- Chan, C.T.W. 2014. Barriers of Implementing BIM in Construction Industry from the Designers' Perspective: A Hong Kong Experience. *ISSN Journal of System and Management Sciences Journal of System and Management Sciences*, 4(2).
- Criminale, A., Langar, S. 2017. Challenges with BIM Implementation: A Review of Literature. *53 Rd ASC Annual International Conference Proceedings*, (April).
- Dalian, J., Mochtar, K. 2021. Analisis Faktor Dan Variabel Yang Menghambat Penerapan 5D Bim Pada Pembiayaan Proyek Konstruksi Di Indonesia. *Prosiding CEEDRiMS*, .
- Deng, Y., Li, J., Wu, Q., Pei, S., Xu, N., Ni, G. 2020. Using Network Theory to Explore Bim Application Barriers for BIM Sustainable Development in China. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8).
- Enshassi, A., AbuHamra, L., Mohamed, S. 2016. BARRIERS TO IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN THE PALESTINIAN CONSTRUCTION INDUSTRY. *International Journal of Construction Project Management*, 8(2): 104–123.
- Farooq, U., Ur Rehman, S.K., Javed, M.F., Jameel, M., Aslam, F., Alyousef, R. 2020. Investigating Bim Implementation Barriers and Issues in Pakistan Using Ism Approach. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(20).
- Hamma-Adama, M., Kouider, T., Salman, H. 2020. Analysis of Barriers and Drivers for BIM Adoption. *International Journal of BIM and Engineering Science*, 3(1): 18–41.
- Hatem, W.A., Abd, A.M., Abbas, N.N. 2018. Barriers of Adoption Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects of Iraq. *Engineering Journal*, 22(2).

- Johartiming, E.F., Winarto, J.S., Chandra, H.P. 2021. Investigasi Implementasi Building Information Modelling Pada Sektor Konstruksi Di Surabaya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 10(02).
- Khoirul Amin, H., Agus Suroso. 2022. Faktor Faktor Penghambat Penerapan Teknologi Building Information Modelling Pada Tahap Perencanaan Proyek Jalan Tol. *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 10(1).
- Leśniak, A., Górka, M., Skrzypczak, I. 2021. Barriers to Bim Implementation in Architecture, Construction, and Engineering Projects—the Polish Study. *Energies*, 14(8).
- Likita, A.J., Jelodar, M.B., Vishnupriya, V., Rotimi, J.O.B., Vilasini, N. 2022. Lean and BIM Implementation Barriers in New Zealand Construction Practice. *Buildings*, 12(10).
- Liu, S., Xie, B., Tivendal, L., Liu, C. 2015. Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. *International Journal of Marketing Studies*, 7(6).
- Manzoor, B., Othman, I., Gardezi, S.S.S., Altan, H., Abdalla, S.B. 2021. Bim-Based Research Framework for Sustainable Building Projects: A Strategy for Mitigating Bim Implementation Barriers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12).
- Marefat, A., Toosi, H., Mahmoudi Hasankhanlo, R. 2019. A BIM Approach for Construction Safety: Applications, Barriers and Solutions. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(9).
- Memon, A.H., Rahman, I.A., Memon, I., Azman, N.I.A. 2014. BIM in Malaysian Construction Industry: Status, Advantages, Barriers and Strategies to Enhance the Implementation Level. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8(5).
- Nelson, N., Tamtana, J.S. 2019. FAKTOR YANG MEMENGARUHI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM TAHAPAN PRA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4).
- Nguyen, T.Q., Nguyen, D.P. 2021. Barriers in Bim Adoption and the Legal Considerations in Vietnam. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 12(1).
- Olanrewaju, O.I., Chileshe, N., Babarinde, S.A., Sandanayake, M. 2020. Investigating the Barriers to Building Information Modeling (BIM) Implementation within the Nigerian Construction Industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10).
- Pantiga, J., Soekiman, A. 2021. KAJIAN IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DI DUNIA KONSTRUKSI INDONESIA Magister Manajemen Proyek Konstruksi , Universitas Katolik Parahyangan , Bandung. *Rekayasa Sipil*, 15(2).
- Purnomo, C.C., Hutabarat, L.E., Putri, R., Gultom, W. 2022. Kajian Tingkat Implementasi Dan Hambatan Penggunaan Building Information Modelling (BIM). *Oktober*, 3(2).
- Santoso, S. 2010. *Statistik Parametrik, Konsep dan Aplikasi dengan SPSS*. 1st Ed. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., Adriaanse, A. 2021. Understanding Barriers to BIM Implementation: Their Impact across Organizational Levels in Relation to BIM Maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2).

- Stanley, R., Thurnell, D. 2014. The Benefits of, and Barriers to, Implementation of 5D BIM for Quantity Surveying in New Zealand. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 14(1).
- Utomo, F.R., Rohman, M.A. 2019. The Barrier and Driver Factors of Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia: A Preliminary Survey. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(5).
- Waqar, A., Qureshi, A.H., Alaloul, W.S. 2023. Barriers to Building Information Modeling (BIM) Deployment in Small Construction Projects: Malaysian Construction Industry. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3).
- Wong, S.Y., Gray, J. 2019. Barriers to Implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian Construction Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 495. 1.
- Wu, P., Jin, R., Xu, Y., Lin, F., Dong, Y., Pan, Z. 2021. The Analysis of Barriers to Bim Implementation for Industrialized Building Construction: A China Study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1).
- Zhafirah, H., Oktaviani, C.Z., Maulina, F. 2023. Identifikasi Faktor Pendukung Dan Penghambat Adopsi Bim Oleh Kontraktor Di Provinsi Aceh. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 19(1).
- Zhou, Y., Yang, Y., Yang, J. Bin. 2019. Barriers to BIM Implementation Strategies in China. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(3).