

Faktor Pendorong dan Penghambat Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) 3D di Konsultan Manajemen Konstruksi (KMK)

Edy Murdiyanto¹, Budi Susetyo²

¹Magister Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: murdiyanto.eddy@gmail.com

²Magister Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: budi.susetyo@mercubuana.ac.id

Received: 23-02-2023 Revised: 17-10-2024 Accepted: 30-12-2024

Abstract

The world of construction is entering the Revolutionary Era 4.0, where all the needs for technological development in the construction industry are continuous. Building Information Modeling (BIM) is a digital representation that is currently being widely used, which is strengthened by Government Regulation no. 16 of 2021 by requiring the use of BIM in construction development in Indonesia. However, the application of BIM is still limited and not all construction services apply it, because there are still many obstacles that occur, especially in construction management consultants. This study aimed to find out how BIM was applied to construction management consultants and what were the driving and inhibiting factors. The data source for this research was a questionnaire that had been filled out by BIM practitioners at construction management consultants. Then it was processed using Multiple Linear Regression with the SPSS 26 Program. The application of BIM was measured from the BIM function, BIM maturity and BIM LOD. The results of this study that the implementation of BIM in construction management consultants was good and the factors that had the most influence on BIM implementation were external characteristics and BIM characteristics, but the factors that inhibit BIM implementation were business factors, technological factors and individual factors.

Keywords: BIM 3D; Construction Management Consultant; Level of Application; Factor Influence

Abstrak

Dunia konstruksi dalam memasuki Era Revolusi 4.0, dimana semua kebutuhan pengembangan teknologi pada industri konstruksi secara terus menerus. *Building Information Modelling* (BIM) merupakan representasi digital yang lagi banyak digunakan saat ini, dimana hal ini diperkuat dengan adanya Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 dengan mewajibkan penggunaan BIM dalam pembangunan konstruksi di Indonesia. Namun dalam penerapan BIM masih terbatas dan tidak semua jasa konstruksi menerapkannya, dikarenakan masih banyak kendala-kendala yang terjadi terutama pada konsultan manajemen konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan BIM pada konsultan manajemen konstruksi dan apa saja faktor pendorong dan penghambatnya. Sumber data penelitian ini adalah kuesioner yang telah diisi para praktisi BIM di konsultan manajemen konstruksi. Kemudian diolah menggunakan Regresi Linear Berganda dengan Program SPSS 25. Penerapan BIM diukur dari fungsi BIM, *maturity* BIM dan LOD BIM. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan BIM di konsultan manajemen konstruksi sudah baik dan faktor yang paling pengaruh dalam penerapan BIM adalah karakteristik eksternal dan karakteristik BIM, namun untuk faktor yang menjadi penghambat dalam penerapan BIM adalah variabel bisnis, variabel teknologi dan variabel individu.

Kata kunci: BIM 3D; Konsultan Manajemen Konstruksi; Tingkat Penerapan; Pengaruh Faktor

PENDAHULUAN

Saat ini dunia konstruksi sedang memasuki revolusi industri 4.0, dimana kebutuhan untuk menerapkan teknologi dalam industri konstruksi khususnya dalam pekerjaan konstruksi tidak dapat dihindari karena koordinasi antar pemangku kepentingan sangat penting dan saat ini sebagian besar area kerja diotomatisasi oleh

perangkat lunak. BIM adalah representasi digital dari aspek fisik dan fungsional bangunan yang berisi semua informasi tentang elemen bangunan. Di dalam Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 sudah diatur tentang peraturan pelaksana bangunan gedung yang berisikan ketentuan penggunaan BIM, dimana salah satunya mewajibkan menggunakan BIM dalam pembangunan gedung bertingkat menengah maupun tinggi. Dengan peraturan ini

akan menjadi standar baru dalam penerapan BIM dalam dunia jasa konstruksi di Indonesia.

BIM adalah teknologi pemodelan dan serangkaian proses untuk membuat data desain, sebagai media komunikasi, dan menganalisis model bangunan dengan pendekatan proyek yang terintegrasi. BIM dapat didefinisikan sebagai proses mengelola informasi bangunan dari tahap konsep perencanaan awal, desain detail, dan penyelesaian konstruksi dari mulai pembangunan sampai pembongkaran, yang memungkinkan semua pemangku kepentingan proyek konstruksi untuk bekerja sama serta berkomunikasi dengan lancar (Eastman et al., 2012). Dapat didefinisikan bahwa BIM adalah sistem yang terintegrasi mencakup semua informasi yang terkait dengan proyek konstruksi dan dapat ditempatkan dalam sebuah model. BIM berisikan seluruh dokumen proyek dari data perencanaan, spesifikasi, BOQ, dan bahkan sampai ke jadwal pelaksanaan proyek.

BIM mempunyai banyak kegunaan permodelan dalam setiap proyek (Hergunsel, 2011), dimana penggunaan BIM dalam tahap desain dapat meminimalisasi terjadinya ketidaksesuaian antar desain yang dapat mempengaruhi terhadap proyek yang akan dijalankan, karena BIM bisa mendeteksi tabrakan antar desain dan juga mampu untuk menghitung biaya proyek dengan baik. Dengan tampilan 3D BIM bisa menjadi alat koordinasi antara konsultan dengan kontraktor bahkan dengan pemilik proyek sebagai bahan laporan progres ke depannya. Dimana salah satu tugas dari konsultan manajemen konstruksi adalah untuk mengelola suatu proyek guna mencapai hasil yang optimal dalam aspek waktu, biaya serta kualitas pekerjaan yang sudah ditentukan (Tuelah et al., 2014).

Namun kenyataannya penerapan BIM saat ini masih sangat terbatas diantaranya yang paling banyak menerapkan BIM adalah kontraktor besar terutama kontraktor BUMN. Selain manfaat yang luar biasa, BIM juga menghadapi tantangan implementasi karena BIM dipandang sebagai fenomena baru yang berusaha untuk berinovasi dalam praktik industri konstruksi, membuat implementasi BIM semakin sulit. Sehingga ada kesenjangan dalam bertukar informasi yang ada di dalam proyek konstruksi.

Dalam penelitian (Alhumayn et al., 2017) menyebutkan bahwa faktor

penghambat penerapan BIM adalah kurangnya dukungan manajemen, kurangnya standar dan pedoman dalam penerapan BIM, sedangkan menurut (C. T. W. Chan, 2014) menyebutkan faktor yang menjadi penghambat dalam penerapan BIM adalah kurangnya staf yang berkualitas, kurangnya pendidikan dan pelatihan, kurangnya permintaan dari klien.

Selain penghambat dalam penerapan BIM ada sisi lain yang mewajibkan untuk menerapkan BIM dimana hal ini untuk mendukung terjadinya kolaborasi informasi yang ada di proyek konstruksi, dimana dalam penelitian (Hamma-Adama et al., 2020) menyebutkan bahwa dorongan utama dalam penggunaan BIM adalah adanya ketersediaan profesional terlatih untuk menangani alat/ *software* BIM, bisa membuktikan adanya penghematan biaya dengan penerapannya, dan adanya kesadaran akan perkembangan teknologi di antara para pemangku kepentingan industri. Sedangkan menurut (D. W. M. Chan et al., 2019) dengan menerapkan BIM akan mengendalikan biaya menjadi lebih baik, pemahaman desain menjadi lebih jelas, dapat mengurangi biaya konstruksi, perencanaan dan pemantauan konstruksi yang lebih baik menjadi alasan untuk mendorong penerapan BIM.

Penerapan Building Information Modeling (BIM) telah diakui memiliki banyak manfaat seperti meningkatkan kolaborasi, mengurangi ketidaksesuaian desain, dan mengoptimalkan pengendalian biaya, implementasinya di industri konstruksi Indonesia masih menghadapi banyak tantangan. Sebagian besar penerapan BIM terbatas pada kontraktor besar, terutama BUMN, sementara kontraktor skala kecil dan menengah serta konsultan manajemen konstruksi belum banyak terlibat. Selain itu, faktor-faktor seperti kurangnya dukungan manajemen, standar, pedoman, serta kurangnya tenaga profesional terlatih menjadi penghambat utama dalam penerapan BIM, sebagaimana disampaikan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Meski demikian, kajian mengenai efektivitas kebijakan yang mewajibkan penggunaan BIM, terutama setelah diterapkannya Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021, masih minim. Penelitian yang lebih dalam mengenai kesenjangan ini dibutuhkan untuk memahami bagaimana kebijakan ini berdampak pada adopsi BIM di kalangan kontraktor kecil dan menengah serta upaya mitigasi tantangan implementasi yang ada.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor pendorong dan penghambat penerapan BIM 3D di Konsultan manajemen konstruksi.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menjadi pengaruh dalam pendorong dan penghambat pada penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi. Alat analisis yang digunakan adalah analisa regresi linier berganda menggunakan SPSS v.25. Data variabel diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu dimana didapatkan data faktor-faktor yang dijadikan variabel bebas dan variabel terikat.

Data variabel yang diperoleh akan diuji terlebih dahulu kepada pakar-pakar yang terdiri dari tenaga ahli BIM dan manajer BIM yang ada di lingkungan konsultan manajemen konstruksi, dengan tujuan untuk memvalidasi dari setiap variabel yang ada apakah masih relevan terhadap penghambat maupun pendorong dalam penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi. Setelah data tervalidasi oleh pakar maka selanjutnya akan disusun kuesioner untuk disebarakan ke responden di lingkungan konsultan manajemen konstruksi.

Skala pengukuran menurut Arikunto (2013) cara menentukan jumlah sampel dapat dilihat dari jumlah populasi yang ada. Apabila jumlah populasi <100, maka diambil keseluruhan dan apabila jumlah populasi >100, maka diambil sekitar 10%-15% atau 20%-25% dari jumlah keseluruhan, sehingga sampel dalam penelitian diperoleh 50 responden.

Tabel 1. berikut adalah data variabel yang diperoleh dari penelitian terdahulu dan sudah tervalidasi oleh pakar di lingkungan konsultan manajemen konstruksi.

Tabel 1. Variabel Penelitian Penghambat

Kode	Variabel	Sumber
X1	Individu/Personal	(Zakaria et al., 2014), (Wong & Gray, 2019)
X2	Organisasi	(Rizky Hutama & Sekarsari, 2019), (Ahuja et al., 2016)
X3	Teknologi	(Nelson & Sekarsari, 2019)
X4	Proses BIM	(Alhumayn et al., 2017)
X5	Bisnis	(Hamma-Adama et al., 2020), (Sardroud et al., 2018)
X6	Pasar	(C. T. W. Chan, 2014)

Tabel 2. berikut adalah data variabel pendorong yang diperoleh dari penelitian terdahulu dan sudah tervalidasi oleh pakar di lingkungan konsultan manajemen konstruksi

Tabel 2. Variabel Pendorong

Kode	Variabel	Sumber
X1	Karakteristik BIM	(Hamma-Adama et al., 2020)
X2	Karakteristik Internal	(Restu Utomo & Rohman, 2019), (Fitriani & Br Bangun, 2021)
X3	Karakteristik Eksternal	(Zakaria et al., 2014)

Untuk variabel terikat dalam penelitian ini merupakan tingkat penerapan BIM 3D di Konsultan Manajemen Konstruksi, di dalam variabel ini ada 3 variabel yang digunakan untuk mengetahui seberapa baik penerapan BIM 3D di Konsultan Manajemen Konstruksi. Diantaranya adalah yang pertama variabel fungsi BIM 3D, semakin banyak fungsi BIM yang digunakan maka semakin baik. Yang kedua *maturity* BIM, dimana semakin tinggi *maturity* BIM 3D maka semakin baik penerapan BIM 3D, Dan yang ketiga *level of development* BIM dari 100 sampai 400, semakin tinggi penggunaan *level of development* BIM semakin baik.

Dari variabel-variabel di atas kemudian dibuat menjadi kuesioner yang akan disebarakan kepada karyawan sebagai responden, setelah terjawab dari responden kemudian akan dianalisis menggunakan analisis Regresi Linier Berganda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini diawali dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan variabel mengenai pendorong dan penghambat penerapan BIM dari penelitian terdahulu, kemudian dikelompokkan menjadi variabel penelitian. Variabel yang digunakan sebagai variabel penghambat ada 6 (enam) dan variabel mengenai pendorong ada 3 (tiga) dan kemudian di validasi dengan pakar setelah tervalidasi maka disebarakan kuesioner untuk mendapat data dari responden.

Responden, sebagian besar berusia antara 31-40 tahun. Diantaranya pada tabel 3. berikut:

Tabel 3. Gambaran Data Usia Responden

Gambaran Data Usia Responden	Persentase
20 tahun - 30 tahun	24 %
31 tahun – 40 tahun	44 %
41 tahun – 50 tahun	26 %
Di atas 50 tahun	6 %

Responden pada penelitian ini sebagian besar berpengalaman 5-10 tahun dan rata-rata pengalaman pada BIM selama 1-2 tahun dan sebagian besar responden menjabat sebagai *engineer* BIM. Diantaranya pada tabel 4. berikut:

Tabel 4. Data Pengalaman Responden

Data Pengalaman Responden	Persentase
Kurang dari 5 tahun	18 %
5 – 10 tahun	38 %
11 – 20 tahun	18 %
Lebih dari 20 tahun	26 %

Pada uji validitas dan reabilitas didapatkan nilai r dari tabel nilai distribusi r dengan jumlah responden N=50 dan signifikansi 5% adalah 0,279, Diantaranya pada tabel 5. Dan tabel 6. berikut:

Tabel 5. Data Pengujian Variabel Penghambat

Variabel	Uji Validitas	Uji Reabilitas
X1. Individu	0,82 > 0,279	0,93 > 0,6
X2. Organisasi	0,83 > 0,279	0,79 > 0,6
X3. Teknologi	0,78 > 0,279	0,86 > 0,6
X4. Proses BIM	0,76 > 0,279	0,89 > 0,6
X5. Bisnis	0,76 > 0,279	0,91 > 0,6
X6. Pasar	0,95 > 0,279	0,96 > 0,6
Y Penerapan	0,81 > 0,279	0,75 > 0,6

Tabel 6. Data Pengujian Variabel Pendorong

Variabel	Uji Validitas	Uji Reabilitas
X1.Karakteristik BIM	0,82 > 0,279	0,93 > 0,6
X2.Karakteristik Internal	0,83 > 0,279	0,79 > 0,6
X3.Karakteristik Eksternal	0,78 > 0,279	0,86 > 0,6
Y Penerapan	0,81 > 0,279	0,75 > 0,6

Uji ini menggunakan tes *Kolmogrov-Smirnov* dimana hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* untuk variabel penghambat sebesar 0,20 > 0,05 artinya data berdistribusi normal.

Uji ini menggunakan *Kolmogrov-Smirnov Test* dimana hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* untuk variabel pendorong sebesar 0,15 > 0,05 artinya data berdistribusi normal.

Hasil uji multikolinieritas pada tabel 7 dan tabel 8, dapat disimpulkan bahwa semua variabel berada pada nilai toleransi > 0,1 dan pada nilai VIF < 10, yang berarti tidak ada gejala multikolinieritas pada data.

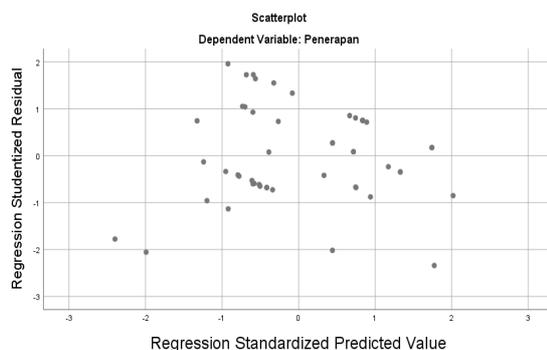
Tabel 7. Hasil Uji Multikolinieritas Penghambat

Model	Tolerance	VIF
Individu	0,429	2,331
Organisasi	0,422	2,370
Teknologi	0,377	2,654
Proses BIM	0,341	2,928
Bisnis	0,653	1,531
Pasar	0,763	1,310

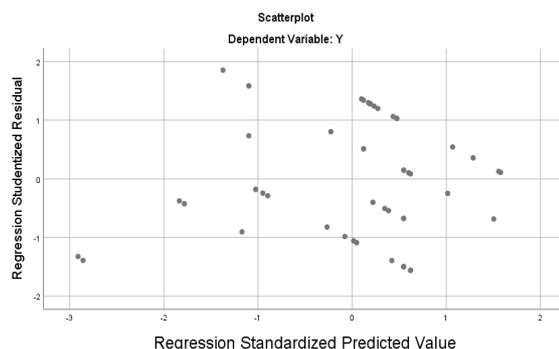
Tabel 8. Hasil Uji Multikolinieritas Pendorong

Model	Tolerance	VIF
Karakteristik BIM	0,429	2,331
Karakteristik Internal	0,422	2,370
Karakteristik eksternal	0,377	2,654

Uji heteroskedastisitas menggunakan diagram scatter plot dimana diagram tersebut tidak memiliki pola yang jelas, dan titik-titik menyebar di atas ataupun di bawah angka 0 pada sumbu Y sehingga tidak terjadi heteroskedastisitas. Pada Gambar 1. dan Gambar 2. berikut:



Gambar 1. Uji Heteroskedastisitas Variabel Penghambat



Gambar 2. Uji Heteroskedastisitas Variabel Pendorong

Hasil uji koefisien regresi linier pada tabel 9. Dan tabel 10. Sebagai berikut:

Tabel 9. Koefisien Regresi Linier

Variabel	sig
Individu	0,989
Organisai	0,975
Teknologi	0,008

Proses BIM	0,166
Bisnis	0,306
Pasar	0,804

Tabel 10. Koefisien Regresi Linier

Variabel	sig
Karakteristik BIM	0,001
Karakteristik internal	0,029
Karakteristik eksternal	0,000

Tabel 11. Uji F Simultan

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	5.019	6	.836	3.138	.012 ^b
1 Residual	11.461	43	.267		
Total	16.480	49			

Dilihat dari tabel 11. uji F di atas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,012 yaitu di bawah 0,05 dan nilai $F_{hitung} = 3,138$ yaitu lebih besar dari $F_{tabel} 2,17$. Artinya semua variabel yang diukur secara simultan atau bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap implementasi BIM 3D di kalangan konsultan manajemen konstruksi

Tabel 12. Uji F Simultan

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	51.262	3	17.087	11.172	.000 ^b
1 Residual	70.358	46	1.530		
Total	121.620	49			

Dilihat dari tabel 12. uji F di atas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 yaitu di bawah 0,05 dan nilai $F_{hitung} = 11,172$ yaitu lebih besar dari $F_{tabel} 2,17$. Artinya semua variabel yang diukur secara simultan atau bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap implementasi BIM 3D di kalangan konsultan manajemen konstruksi.

Tabel 13. Uji t parsial

Variabel	t	Sig
(Constant)	2.939	.005
Individu	-.014	.989
Organisasi	-.031	.975
1 Teknologi	2.791	.008
Proses BIM	-1.410	.166
Bisnis	1.035	.306
Pasar	-.249	.804

Dari tabel 13. Uji t hanya variabel teknologi (X3) yang berpengaruh secara parsial terhadap penghambat variabel penerapan BIM.

Tabel 14. Uji t parsial

Variabel	t	sig
(Constant)	.750	.457
Karakteristik BIM	3.421	.001
1 Karakteristik Internal	-2.249	.029
Karakteristik eksternal	4.563	.000

Dari tabel 14. Uji t hanya variabel karakteristik eksternal (X3) yang berpengaruh secara parsial terhadap pendorong variabel penerapan BIM.

Setelah dianalisis dengan regresi linier berganda, pengaruh variabel terhadap penghambat penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$Y = 1,995 + 0,000 X_1 - 0,002X_2 + 0,094X_3 - 0,038 X_4 + 0,018 X_5 - 0,017 X_6$$

Dengan Y adalah penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi, dimana X1= individu, X2= organisasi, X3= Teknologi, X4= proses BIM, X5= Bisnis dan X6= pasar.

Dari rumusan tersebut dapat disampaikan bahwa variabel X1 individu, X3 teknologi dan X5 bisnis mempunyai pengaruh positif dalam penghambat tingkat penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi, artinya semakin tinggi variabel-variabel tersebut maka berpengaruh meningkatkan penghambat tingkat penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi.

Variabel yang paling berpengaruh sebagai penghambat penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi adalah X5 bisnis memiliki nilai t 2,791 lebih besar dari 2,005 dan nilai signifikansi 0,008 lebih kecil dari 0,05. Hasil penelitian Mieslenna & Wibowo (2019) sejalan dengan salah satu faktor yang paling berpengaruh adalah bisnis, dimana dalam penelitian menunjukkan bahwa biaya investasi yang sangat besar untuk implementasi BIM.

$$Y = 1,281 + 0,074 X_1 - 0,002X_2 + 0,081X_3$$

Dengan Y adalah penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi, dimana X1= karakteristik BIM, X2= karakteristik internal, X3= karakteristik eksternal.

Dari rumusan tersebut dapat disampaikan bahwa variabel X1 karakteristik BIM, dan X3

karakteristik eksternal mempunyai pengaruh positif dalam pendorong penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi, artinya semakin tinggi variabel-variabel tersebut maka berpengaruh meningkatkan pendorong penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi.

Variabel yang paling berpengaruh adalah karakteristik eksternal dimana penerapan BIM sudah menjadi mandatori untuk di terapkan pada dunia konstruksi, dan adanya praktik asosiasi industri dalam menerapkan BIM, bahwa salah satu pendorong penerapan BIM adalah adanya dukungan dari pemerintah dalam penerapan BIM (Zakaria et al., 2014).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berpengaruh secara simultan terhadap penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi.
2. Faktor pendorong penerapan BIM, X1 karakteristik BIM dan X3 karakteristik eksternal mempunyai nilai positif terhadap pendorong penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi.
3. Faktor penghambat penerapan BIM, X1 individu, X3 teknologi dan X5 bisnis mempunyai nilai positif terhadap penghambat penerapan BIM3D di konsultan manajemen konstruksi.
4. Faktor yang paling berpengaruh terhadap pendorong penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi adalah Karakteristik eksternal yaitu adanya dukungan dari pemerintah dan asosiasi industri konstruksi dalam menerapkan BIM.
5. Faktor yang paling berpengaruh dalam penghambat penerapan BIM 3D di konsultan manajemen konstruksi adalah teknologi dikarenakan tidak adanya peralatan yang memadai dalam menjalankan BIM dan kurangnya tenaga ahli dalam menerapkan BIM.

DAFTAR PUSTAKA

Ahuja, R., Jain, M., Sawhney, A., & Arif, M. (2016). Adoption of BIM by architectural firms in India: technology–organization–environment perspective. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(4), 311–330. <https://doi.org/10.1080/17452007.2016.1186589>

- Alhumayn, S., Chinyio, E., & Ndekugri, I. (2017). The barriers and strategies of implementing BIM in Saudi Arabia. *WIT Transactions on the Built Environment*, 169, 55–67. <https://doi.org/10.2495/BIM170061>
- Arikunto S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- 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), 1816–6075.
- Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., & Ho, A. M. L. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100764>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2012). BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. In *Construction Economics and Building* (Vol. 12, Issue 3). <https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i3.2749>
- Fitriani, H., & Br Bangun, W. P. (2021). Kesiapan Adopsi Building Information Modeling (Bim) Pada Konsultan Perencana Di Kota Palembang. *Teras Jurnal*, 11(2), 437. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i2.568>
- Hamma-Adama, M., Koudider, T., & Salman, H. (2020). Analysis of barriers and drivers for BIM adoption . *International Journal of BIM and Engineering Science*, 3(1), 18–41.
- Hergunsel, M. F. (2011). Benefits of building information modeling for construction managers and BIM based scheduling. *Design, May*, 1136–1145. http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-042011-135239/unrestricted/MHergunsel_Thesis_BI M.pdf
- Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna Exploring the Implementation of Building Information Modeling (Bim) in the Indonesian Construction Industry From Users ' Perspecti. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 11(1), 44–58.
- Nelson, & Sekarsari, J. (2019). Faktor yang mempengaruhi penerapan Building Information Modelling (BIN) dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal*

- Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 241–248.
<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/6305>
- Restu Utomo, F., & Rohman, M. A. (2019). *Klasifikasi Faktor-Faktor Penghambat dan Pendorong Adopsi Building Information Modelling (Bim) Di Indonesia*.
- Rizky Utama, H., & Sekarsari, J. (2019). Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1), 25–31.
<https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.716>
- Sardroud, J. M., Mehdizadehtavasani, M., Khorramabadi, A., & Ranjbardar, A. (2018). Barriers analysis to effective implementation of BIM in the construction industry. *ISARC 2018 - 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction and International AEC/FM Hackathon: The Future of Building Things*, July.
<https://doi.org/10.22260/isarc2018/0009>
- Tuelah, J. daniel paulus, Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2014). Peranan Konsultan Manajemen Konstruksi pada tahap Pelaksanaan Proyek Pembangunan (Studi Kasus: The Lagoon Taman Sari). *Tekno*, 12(61), 47–54.
- 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), 0–9.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012002>
- Zakaria, Z., Mohamed Ali, N., Haron, A. T., Ponting, A. M., & Abd. Hamid, Z. (2014). Exploring the barriers and driving factors in implementing Building Information Modeling (BIM) in the Malaysian Construction Industry: A Preliminary Study. *The Journal of The Institution of Engineers, Malaysia*, 75(1), 384–393.