

# Asesmen Implementasi *Building Information Modelling* Pada Industri Konstruksi di Indonesia: *Literature Review*

Demas Haryo Bismantoko, Budi Hartono

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Demas.hb@gmail.com

**Abstrak**— Besarnya benefit implementasi *Building Information Modelling* (BIM) menjadi trend digunakan pada industri konstruksi di berbagai negara. Dengan berkaca pesatnya pertumbuhan industri konstruksi melalui integrasi BIM, Pemerintah Indonesia mulai menginisiasi implementasi BIM sebagai sarana integrasi teknologi *industry 4.0* pada industri konstruksi sejak tahun 2017 melalui Roadmap Konstruksi Digital. Namun setelah 7 tahun berlalu perkembangan BIM di Indonesia, berbagai penelitian menunjukkan proses adopsi BIM sangatlah lambat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan asesmen terhadap perkembangan BIM pada industri konstruksi di Indonesia melalui penelitian yang terindeks *database Scopus* sebagai evaluasi untuk membantu penelitian mendatang. Dengan metode *systematic literature review* pada 27 penelitian dari *database Scopus* didapatkan penelitian BIM di Indonesia secara umum dibagi menjadi evaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi dan hasil implementasi BIM pada metode konstruksi. Hasil dari penelitian ini didapatkan 15 penelitian menghasilkan kesimpulan mengenai *barrier*, *driver*, dan pengukuran implementasi BIM. 12 penelitian membahas pengaplikasian BIM pada beberapa metode pada industri konstruksi dengan hasil peningkatan efektifitas dalam akurasi dan efisiensi dalam biaya. Dari penelitian yang telah dibahas memberikan arah perkembangan penelitian yang akan mendatang. Penelitian yang bersifat evaluasi dapat lebih detail dalam membahas *barrier* atau *driver* yang telah diidentifikasi lebih mudah diaplikasikan dan dapat menemukan akar permasalahannya, hal ini dikarenakan dalam kurun waktu 2018-2024 *barrier* yang ditunjukkan dari berbagai penelitian masih tetap sama. Hal ini menunjukkan minimnya upaya untuk mengatasi *barrier* dari implementasi BIM pada industri konstruksi. Kemudian penelitian yang bersifat implementasi BIM pada metode konstruksi bisa mengembangkan penerapan teknologi *Industry 4.0* pada BIM.

**Kata Kunci**—*Building Information Modelling, Konstruksi, Systematic Literature Review*

## I. PENDAHULUAN

*Building Information Modelling* (BIM) merupakan salah satu perkembangan teknologi yang telah digunakan diberbagai negara maju. BIM dapat di definisikan secara luas sebagai pengembangan pada teknologi informasi yang mana memangkas siklus pembangunan untuk meningkatkan keamanan dan produktifitas sistem untuk *stakeholder*, serta mengurangi dampak lingkungan dari bangunan yang sudah ada dan meningkatkan efisiensi operasional saat siklus pembangunan [1]. *International BIM Report 2016* mengungkapkan penggunaan BIM pada negara-negara maju mencapai UK (48%), Canada(67%), Denmark (78%) dan Jepang (46%), yang diharapkan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan *awareness* dan benefitnya. Bahkan sebagai gambaran, di Amerika utara, 50% perusahaan pada sektor konstruksi telah menerapkan BIM dan 20% belum menerapkan akan tetapi akan menerapkan dalam waktu 2 tahun [2].

BIM merupakan pusat pengembangan pada industri *Architect, Engineer, and Construction* (AEC) yang menjadi sasaran utama integrasi teknologi *Industry 4.0* [3]. Aplikasi dari BIM mencakup seluruh fase pada siklus proyek seperti perencanaan, desain, konstruksi dan fase setelah konstruksi (operasi dan perawatan). BIM lebih jauh dapat digunakan untuk tujuan visualiasasi, fabrikasi, *code review*, estimasi biaya, pengurutan konstruksi, deteksi konflik, gangguan, dan tabrakan, analisa forensik dan manajemen fasilitas [4]. Penggunaan metode yang dapat membuat informasi virtual yang dapat diakses pada tim perencana pada tahapan desain hingga pada kontraktor utama dan subkontraktor, dan kemudian pemilik proyek dapat memutuskan untuk membangun bangunan yang efisien berdasarkan waktu, kualitas, dan biaya[5].

Implementasi BIM pada industri (AEC) di Indonesia sudah dimulai sejak lama bahkan sebelum tahun 2007, akan tetapi pemerintah Indonesia baru mulai mencanangkan program percepatan implementasi BIM pada 2017 dikarenakan peran BIM yang signifikan terhadap integrasi *industry 4.0* apada industri AEC. Konsep dari BIM sudah diperkenalkan oleh Pemerintah Indonesia pada 2017 dengan menunjukkan roadmap dari implementasi BIM di Indonesia dan membentuk Tim BIM PUPR untu mengakomodir proses adopsi BIM di pemerintahan Indonesia khususnya di Kementerian PUPR dan mencanangkan program untuk adopsi BIM di

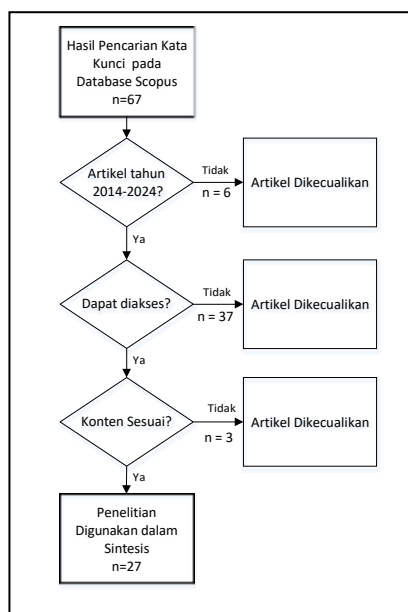
industri AEC di Indonesia [6]. Akan tetapi, dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara, perkembangan BIM di Indonesia masih sangat lambat [7]. Di Indonesia, implementasi BIM pada industri AEC masih sangat minim ditengarai dengan hanya sedikitriset yang telah ada [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perkembangan BIM di Indonesia melalui penelitian pada industri konstruksi dengan menggunakan metode *systematic literature review* pada penelitian yang terindeks Scopus. Penelitian ini berfokus pada penelitian yang terindeks Scopus dikarenakan penelitian yang terindeks Scopus biasanya memiliki cakupan konten yang lebih luas dan inklusif sehingga lebih cocok untuk dilakukan asesmen pada hasil penelitian dibandingkan dengan *database* pengindeks lainnya [9]. Dengan melihat perkembangan penelitian implementasi BIM pada industri konstruksi pada 10 tahun terakhir, akan didapati perkembangan yang telah dicapai pada implementasi BIM di Indonesia. Diharapkan hasil penelitian ini dapat

digunakan sebagai referensi untuk mendorong penelitian mengenai BIM pada industri konstruksi di Indonesia.

## II. METODE

Metode dalam penelitian ini adalah *systematic literature review*. Dengan diagram alir dari metode pencarian literatur pada *database* Scopus yang diakses pada tanggal 24 Juni 2024 ditunjukkan pada Gambar 1. *Keyword* pencarian yang digunakan adalah TITLE-ABS-KEY (building AND information AND modelling) AND TITLE-ABS-KEY (Indonesia) AND TITLE-ABS-KEY (construction)) didapatkan total 67 penelitian. Dengan menambahkan ketentuan penelitian dari 10 tahun terakhir didapatkan 61 penelitian yang didapatkan. Dari penelitian yang didapat tersebut, 30 artikel yang dapat diakses oleh peneliti. Untuk menentukan penelitian yang sesuai dan obyek penelitian adalah pada industri konstruksi di Indonesia, pemilahan manual dilakukan dengan memilah topik penelitian pada insdutri konstruksi di Indonesia dengan responden yang berasal dari industri konstruksi di Indonesia dan menghasilkan 27 penelitian yang akan dilakukan asesmen dan sintesis. Asesmen dan sintesis dilakukan berdasarkan tujuan dari penelitian dan hasil penelitian. Penelitian akan dikelompokkan berdasarkan tujuan penelitian yang kemudian akan disintesis berdasarkan hasil penelitian sejenis pada kelompok yang sama untuk mempermudah dalam pencarian literatur dalam penelitian selanjutnya.



Gambar 1 Diagram Alir Proses Pencarian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan penelitian dibagi menjadi penelitian yang mengevaluasi implementasi BIM pada perusahaan konstruksi dan penelitian hasil implementasi BIM pada metode konstruksi. Dari hasil sintesis didapatkan beberapa kesamaan dan perbedaan dari kedua jenis penelitian. Dari 27 penelitian, terdapat 15 penelitian yang mengevaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi di Indonesia yang ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 mengkategorikan *insight* yang dihasilkan dari setiap penelitian berdasarkan dengan hasil evaluasi dari implementasi BIM pada industri konstruksi yang berupa *driver* dan *barrier* dari implementasi BIM, pengaruh *government policies* terhadap implementasi BIM, benefit yang dihasilkan dengan implementasi BIM, dan data deskriptif yang menunjukkan tingkat implementasi BIM pada industri konstruksi di Indonesia. Pada Tabel 2 menunjukkan 12 penelitian yang berfokus terhadap implementasi BIM pada berbagai metode konstruksi untuk menghasilkan peningkatan performansi ataupun pembaruan metode.

Tabel 1 Penelitian Evaluasi Implementasi BIM Pada Perusahaan Konstruksi di Indonesia

No	Penulis	Driver	Barrier	Government Policies	BIM Benefit	Deskriptif
1	[10]			x		
2	[6]			x		
3	[11]		x	x	x	
4	[12]		x		x	BIM Knowledge
5	[13]		x			
6	[14]		x			BIM Knowledge dan BIM maturity Level
7	[15]		x			BIM Awareness
8	[16]	x	x			

9	[17]	x	x			
10	[18]	x	x			Resiko dan Prioritas Implementasi BIM
11	[19]	x	x			
12	[20]	x	x			Pengaruh BIM terhadap <i>Sustainable Construction</i>
13	[21]	x				
14	[22]	x				
15	[23]					Kompetensi Penggunaan <i>Software Revit</i>

Tabel 2 Penelitian Hasil Implementasi BIM

No	Penulis	Metode Implementasi BIM	Hasil
1	[24]	<i>Critical Chain Project Management</i>	Peningkatan efisiensi waktu
2	[25]	<i>Maintenance System</i>	Peningkatan performansi <i>maintenance green building</i>
3	[26]	<i>Slope stability analysis</i>	Peningkatan <i>safety factor</i>
4	[27]	<i>Budget Control and labor productivity</i>	Penghematan dana dan peningkatan akurasi data tenaga kerja
5	[28]	<i>Building energy performance assessment</i>	Skenario penggunaan energi listrik
6	[29]	Hak cipta dari Model <i>BIM Based Project</i>	Kepemilikan hak cipta model BIM
7	[30]	Perencanaan Jembatan	Peningkatan akurasi model dan material
8	[31]	<i>Lean construction dan contractor performance</i>	Konseptual <i>Framework</i>
9	[32]	Evaluasi struktur tidak beraturan	Respon spektrum beban gempa dan biaya
10	[33]	Pemodelan material bambu	Digitalisasi sifat struktural, kualitas, keberlanjutan, dan model bambu
11	[34]	<i>Photogrammetric point cloud</i>	Digitalisasi <i>as built</i> melalui fotografi untuk dibandingkan dengan <i>as planned</i> model
12	[35]	Perbandingan analisa <i>response spectrum</i> dan <i>linear time history</i>	Analisa <i>linear time history</i> lebih cost-effective

### 3.1 Penelitian Evaluasi Implementasi BIM Pada Industri Konstruksi di Indonesia

Terdapat 15 penelitian yang berfokus dengan evaluasi implementasi BIM yang ditunjukkan pada Tabel 1. Mayoritas penelitian tersebut menggunakan metode survei untuk melihat bagaimana perkembangan implementasi BIM pada industri konstruksi melalui penilaian responden. Secara umum terdapat 5 hasil yang bisa didapatkan dari penelitian tersebut yaitu *driver*, *barrier*, *policies*, *BIMBenefit*, dan pengukuran tambahan secara deskriptif yang berguna untuk memberi gambaran umum.

Terdapat 6 penelitian yang menghasilkan *driver* atau faktor pendorong dari implementasi BIM di industri konstruksi. *Driver* dapat dikategorikan menjadi dua yaitu *driver* dari eksternal seperti *stakeholder*, pemerintah, harga produk dan *driver* dari internal seperti kesadaran, kemampuan, kemauan sumber daya manusia. *Driver* yang bersifat eksternal diungkapkan pada penelitian [17], [19], [22] dan [16] yang menyatakan regulasi pemerintah perlu diperketat untuk mendorong penggunaan BIM pada proyek konstruksi. Industri konstruksi sangat membutuhkan peran pemerintah dikarenakan saat ini tidak mudah mengimplementasikan BIM, dan diharapkan dengan peningkatan standar yang baku, kemudahan akses, kemudahan penggunaan, dan pengurangan biaya dari penggunaan BIM oleh pemerintah bisa meningkatkan adopsi BIM di Indonesia [19]. *Driver* internal dapat berasal dari benefit yang diberikan BIM dan kemampuan sumber daya manusia dari perusahaan. Peningkatan produktifitas dan pengurangan galat dari proses konstruksi merupakan faktor pendorong implementasi BIM pada industri konstruksi [16][20]. Selain itu kesadaran, kompetensi, komitmen, kesiapan, dari anggota tim proyek akan implementasi dan pengaplikasian BIM bisa mendorong penggunaan BIM pada industri konstruksi, lebih lanjut penelitian [21] menunjukkan pendidikan dan pengalaman penggunaan teknologi bisa mendorong niat individu dalam implementasi BIM. Implementasi BIM tidaklah murah, sehingga strategi implementasi BIM harus dilakukan secara bertahap dimana proses yang memberikan dampak terbesar terlebih dahulu yaitu pelatihan BIM dan pembaruan *software* [18].

*Barrier* atau penghalang dari implementasi BIM telah disimpulkan oleh 10 penelitian dari tahun 2018 hingga 2024. Secara garis besar dari 10 penelitian tersebut terdapat 5 jenis *barrier* yang ditunjukkan oleh Tabel 3. Walaupun setiap peneliti mengidentifikasi jenis *barrier* dan tingkat *ranking barrier* yang berbeda-beda, kelima jenis *barrier* ini dapat merangkum sebagai *barrier* utama. Terbatasnya infrastruktur dibuktikan oleh penelitian [10], [13], dan [14] sebagai penghambat dikarenakan keterbatasan komponen *software* atau data dalam penggunaan BIM, selain itu terbatasnya akses pada infrastruktur integrasi BIM yang susah diakses menjadi halangan yang harus bisa diatasi oleh *stakeholder* dan perusahaan. Hampir dari seluruh penelitian menyebutkan bahwa kurangnya kesadaran dan kompetensi dari sumber daya manusia menjadi halangan utama dalam adopsi BIM. Data yang diambil dari berbagai kalangan responden dari industri konstruksi menyebutkan bahwa kurangnya pelatihan, pengalaman, kemampuan, dan kesadaran akan BIM masih menjadi *barrier* utama sejak tahun 2018.

Selain dari segi internal perusahaan, pemerintah dan *stakeholder* juga memiliki peran dalam menghambat adopsi BIM. Kurangnya pengawasan, regulasi dari pemerintah, dan *demand* dari klien membuat perusahaan tidak cukup punya alasan untuk mengadopsi BIM [12][14][15][20]. Kolaborasi menggunakan BIM pun antara *stakeholder* pun dinilai oleh penelitian [13] dan [19] akan terbatas, salah satu alasannya adalah tingkat kepercayaan antar *stakeholder* rendah [17]. Hal ini akan menjadi penghambat dalam implementasi integrasi BIM dikarenakan salah satu kunci keberhasilan integrasi teknologi *Industry 4.0* adalah kolaborasi penuh antar *stakeholder*. Tidak dapat dipungkiri biaya investasi implementasi BIM tinggi, selain itu adopsi BIM adalah proses yang panjang dan memerlukan komitmen dari seluruh sumber daya manusia. Dengan sedikitnya *demand* dan tingginya biaya investasi disertai resiko yang cukup besar, maka banyak akan menjadi penghalang bagi industri konstruksi.

Tabel 3. *Barrier* Adopsi BIM

No	Penulis	Infrastruktur Terbatas	Kesadaran dan Kompetensi Sumber Daya Manusia Rendah	Demand dan Kolaborasi Stakeholder Terbatas	Biaya Investasi Tinggi	Resiko Tinggi
1	[10]	x	x	x		
2	[13]	x	x	x	x	
3	[14]	x	x	x	x	
4	[15]		x	x	x	
5	[12]		x	x	x	
6	[20]		x	x	x	
7	[16]		x			
9	[17]			x		
10	[18]					x

Peraturan dan kebijakan dari pemerintah menjadi aspek yang penting sebagai *driver* atau *barrier* dari adopsi BIM. Usaha implementasi BIM yang diprakasai pemerintah masih sangat terbatas dan diperlukan kolaborasi dengan berbagai pihak [6]. Walaupun benefit implementasi BIM sangat besar, akan tetapi mayoritas sektor *Architect, Engineer, and Construction* (AEC) masih menggunakan metode konvensional seperti 3D *modelling* dan CAD, tidak ada peraturan dari pemerintah Indonesia yang memaksa penggunaan BIM dalam desain gedung dan proses konstruksi, kebanyakan regulasi hanya bersifat himbauan [11]. Asesmen mengenai rekomendasi strategi pemerintah untuk meningkatkan implementasi BIM yang dilakukan oleh penelitian [10], menunjukkan pemerintah harus berfokus terhadap pengembangan sumber daya manusia pada tingkat kurikulum sekolah dan membuat *guideline* yang jelas dalam implementasi BIM untuk industri konstruksi.

Pada evaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi, penelitian Agirachman et al. (2018) dan Zhabrinna et al. (2018) membuktikan benefit yang didapatkan dari penggunaan BIM. Dengan responden dari berbagai sektor industri konstruksi menyebutkan bahwa peningkatan efisiensi dari biaya, proses produksi, proses desain, dan waktu didapati dari implementasi BIM. Selain itu peningkatan akurasi dalam desain dan kontrol proyek dalam pengaplikasian BIM dapat menghindari penundaan yang merugikan. Terdapat benefit lain seperti memungkinkan transformasi dalam koordinasi dan kolaborasi, *life asset management*, dan peningkatan pasar yang lebih luas.

Sebagai tambahan informasi dalam evaluasi, penelitian pada Tabel 1 juga memberikan gambaran secara deskriptif mengenai tingkat pengetahuan BIM (*BIM knowledge*) pada praktisi konstruksi di Indonesia. Tingkat pengetahuan yang ditunjukkan oleh penelitian [14] cukup rendah dengan mayoritas responden tidak familiar dengan terminologi BIM, dan penelitian [12] menunjukkan 67.5% memiliki sedikit pengetahuan mengenai BIM. Sementara tingkat kesadaran BIM (*BIM Awareness*) pada konsultan di Sumatera Barat masih rendah [15]. Pada tingkat BIM *maturity* mayoritas responden masih pada tingkat pertama BIM *maturity* dimana penggunaan BIM masih terbatas pada implementasi *object-based modelling* [14]. Peningkatan sumber daya manusia yang sangat diperlukan dalam adopsi BIM ini sudah menunjukkan progres pada kompetensi yang tercapai dalam penggunaan BIM Revit oleh siswa SMK. Hal ini menunjukkan bahwa bahwa kurikulum BIM sudah mulai masuk pada akademik sejak SMA/SMK yang memungkinkan akan meningkatkan kompetensi BIM pada sumber daya manusia dimasa depan [23].

### 3.2 Penelitian Hasil Implementasi BIM

Implementasi BIM pada industri konstruksi yang ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan masih banyak benefit untuk dapat dikembangkan. Salah satu tujuan utama dalam implementasi BIM adalah peningkatan efisiensi dan efektifitas. Peningkatan efisiensi waktu didapati dari penetapan *critical chain project management* pada penelitian [24] dimana didapati waktu yang lebih singkat dalam pengerjaan, serta pada penelitian [27] yang menunjukkan efisiensi dari dana yang didapatkan dari pemanfaatan BIM pada *budget control* dan pemodelan tenaga kerja. Peningkatan efektifitas ditunjukkan juga dengan pemanfaatan kapabilitas dari BIM pada pemodelan dengan peningkatan akurasi dari perencanaan yang dilakukan. Ditunjukkan pada penelitian [30] pada perencanaan jembatan menunjukkan akurasi model meningkat disertai penambahan material yang tidak bisa ditunjukkan oleh pemodelan secara konvensional, serta pada penelitian [32] mendapati penggunaan BIM dapat

meningkatkan akurasi dalam menganalisa respon spektrum beban gempa pada struktur konstruksi sehingga diperlukan perubahan desain dan biaya.

Selain implementasi pada metode konvensional dalam industri konstruksi, BIM memiliki potensi kapabilitas yang sangat besar. Pada *slope stability analysis* penggunaan BIM menunjukkan peningkatan *safety factor* dikarenakan data yang digunakan oleh BIM lebih akurat dengan menggunakan *geotechnical information model*. Integrasi dan pemodelan data yang lebih akurat membuat BIM memiliki kapabilitas lebih dibandingkan pemodelan secara konvensional. Data bisa didapat dari *Common Data Environment software* BIM yang bisa juga dimodelkan secara manual. Tidak terdapatnya data dari material bambu pada *Common Data Environment software* BIM, penelitian [33] menunjukkan pemrosesan karakteristik bambu untuk bisa dimasukkan kedalam *common data environment software* BIM sebagai material. Setelah proses pemodelan material berhasil maka material bambu akan dapat digunakan dan disesuaikan sebagai bagian analisa dari BIM. Begitu juga pada penelitian [34] yang memodelkan bendungan yang sudah jadi dengan fotografi untuk dimodelkan di dalam BIM. Hasil penelitian menunjukkan bendungan yang dimodelkan dalam BIM melalui fotografi cukup akurat untuk dibandingkan dengan model desain dari bendungan. Dengan fleksibilitas yang cukup besar, maka implementasi pemodelan dan analisa BIM bisa meluas tidak hanya pada konstruksi. Penelitian [27] dan [28] memanfaatkan model pada desain bangunan BIM untuk mengidentifikasi data yang dibutuhkan. Berdasarkan data mengenai komponen struktural dalam gedung, penelitian [25] merumuskan kebutuhan maintenance yang dibutuhkan gendung tersebut. Selain itu pada penelitian [36] menghitung kebutuhan listrik dari *air conditioner* dan lampu yang dibutuhkan dengan simulasi menggunakan data heat transfer material untuk menghitung jumlah kalor yang harus ditanggulangi serta model gedung untuk memodelkan cahaya alami yang akan masuk menggantikan lampu.

Penelitian BIM bukan hanya mengenai hasil dari implementasinya saja, akan tetapi juga mengenai pengaruhnya terhadap

perkembangan metode. Dalam penelitian [31] merumuskan konseptual *framework* bagaimana BIM akan berpengaruh meningkatkan performansi kontraktor pada saat pembangunan rumah bencana. Sedangkan [29] merumuskan hak cipta mengenai model integrasi BIM pada konstruksi, apabila konstruksi sudah selesai. Kedua penelitian tersebut menunjukkan BIM bisa saja memberikan pengaruh terhadap performansi dan metode lainnya dalam industri konstruksi.

### 3.3 PEMBAHASAN

Perkembangan penelitian evaluasi pada implementasi BIM memberikan gambaran besar mengenai *barrier* dan *driver* dari implementasi BIM di Indonesia. Penelitian ini merumuskan jenis *barrier* dan *driver* dari 15 penelitian menarik kesimpulan bahwa dari setiap *barrier* dan *driver* belum menemukan akar permasalahan dari setiap *barrier* dan *driver*. *Barrier* dan *driver* yang ditemukan dari 15 penelitian tersebut masih bersifat umum dan dalam implementasinya akan menimbulkan ketidakpastian subyek atau obyek. *Barrier* dalam kurangnya kesadaran kompetensi sumber daya manusia belum diketahui sumber daya manusia secara spesifik yang mempengaruhi implementasi BIM. Dalam perusahaan konstruksi terdapat banyak sumber daya manusia dengan berbagai posisi dan peran, sehingga perlu diketahui sumber daya manusia mana yang perlu dilatih atau ditingkatkan kesadarannya untuk bisa meningkatkan implementasi BIM. Hal ini menyebabkan perusahaan akan kesulitan dalam merumuskan strategi peningkatan implementasi BIM tidak akan efektif. Selanjutnya pada *barrier* keterbatasan infrastruktur BIM perlu diketahui detail infrastruktur yang perlu dibenahi. Infrastruktur BIM yang sangat luas akan sulit dan memakan waktu lama untuk membangunnya. Sehingga perlu diketahui secara detail mengenai infrastruktur yang kurang yang bisa menghambat implementasi BIM pada perusahaan dan *stakeholder*. Dengan menentukan infrastruktur yang fundamental, maka akan didapati biaya investasi pada implementasi BIM. Terdapat kemungkinan penyebab mahalnya biaya investasi dikarenakan dihitung berdasarkan investasi terhadap seluruh infrastruktur atau fitur BIM, sehingga dengan mengaplikasikan seefisien mungkin maka diharapkan akan meminimalisir biaya investasi dan resiko.

Implementasi BIM pada penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2 masih sederhana dikarenakan diterapkan pada metode konstruksi pada fase-fase tertentu atau metode-metode konstruksi tertentu (*lonely BIM*) [37]. Terdapat pengembangan lebih luas dari implementasi BIM berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan di luar negeri. Salah satu indikator masih tertinggalnya penelitian mengenai BIM di Indonesia adalah tidak adanya implementasi teknologi *industry 4.0* dan penggunaan dimensi lebih lanjut pada BIM. Berdasarkan rumusan pada penelitian [38], BIM merupakan pusat digitalisasi teknologi *Industry 4.0* pada industri konstruksi. Implementasi BIM pada teknologi *Industry 4.0* sudah banyak dikembangkan pada penelitian dan dirumuskan menjadi berbagai transformasi proses konstruksi [39]. Akan tetapi tidak satupun dari penelitian hingga tahun 2024 diatas membahas penggunaannya pada *industry 4.0*. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa implementasi *industry 4.0* pada BIM di Indonesia belum banyak digunakan. Bahkan terdapat kemungkinan belum diperlukan dikarenakan belum ada *demand* atau tuntutan implementasi teknologi industri 4.0 pada BIM oleh *stakeholder* dan pemerintah [10][40]. Mengingat tahun ini adalah target tercapainya pada integrasi BIM pada Roadmap Konstruksi Digital Indonesia, maka sangat disayangkan apabila penggunaan teknologi *industry 4.0* belum marak digunakan.

## IV. KESIMPULAN

Dalam kurun waktu 10 tahun didapati 27 penelitian *Database Scopus* yang dapat dibagi menjadi penelitian yang mengevaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi dan hasil implementasi BIM pada metode konstruksi. Dengan trend yang positif menunjukkan akan lebih banyak penelitian mengenai BIM di Indonesia. Sudah cukup banyak evaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi yang dilakukan oleh penelitian terdahulu sehingga sudah dapat dirumuskan garis

besar *barrier* yang harus dihadapi. Akan tetapi, garis besar tersebut masih perlu diurai untuk ditemukan akar masalahnya, karena berdasarkan akar masalah tersebutlah *barrier* akan secara efektif dan efisien dihadapi. Hal ini dikarenakan dalam kurun waktu 2018-2024 penelitian yang mengevaluasi implementasi BIM pada industri konstruksi menyimpulkan *barrier* yang secara garis besar masih sama. Hal ini berarti terdapat kemungkinan bahwa industri konstruksi belum bisa mengatasi *barrier* tersebut atau industri konstruksi tidak berusaha mengatasi *barrier* tersebut karena tidak ada tuntutan. Selain itu Penelitian implementasi BIM di Indonesia masih cukup tertinggal, hal ini ditandai dari tidak adanya penelitian yang menerapkan teknologi *industry 4.0* pada BIM. Hal ini mengindikasikan implementasi teknologi *industry 4.0* pada BIM masih minim di Indonesia.

## V. LIMITASI DAN SARAN PENELITIAN

Penelitian ini hanya menggunakan *database scopus* dalam pencarian jurnal. Penelitian ini berfokus terhadap bagaimana penelitian mengevaluasi implementasi BIM dan hasil implementasi BIM di Indonesia. Penelitian ini sudah memetakan sampai mana penelitian mengenai BIM di Indonesia. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan pemetaan yang sudah dilakukan untuk memperluas penelitian pada *barrier* dan *driver* yang lebih detail atau implementasi teknologi *Industry 4.0* pada BIM.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Liu, X. Meng, and C. Tam, "Building information modeling based building design optimization for sustainability," *Energy and Buildings*, vol. 105, pp. 139–153, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.enbuild.2015.06.037.
- [2] J. U. D. Hatmoko, Y. Fundra, M. A. Wibowo, and Zhabrinna, "Investigating Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia Construction Industry," *MATEC Web Conf.*, vol. 258, p. 02006, 2019, doi: 10.1051/mateconf/201925802006.
- [3] R. Maskuriy, A. Selamat, K. N. Ali, P. Maresova, and O. Krejcar, "Industry 4.0 for the Construction Industry—How Ready Is the Industry?," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 14, p. 2819, Jul. 2019, doi: 10.3390/app9142819.
- [4] S. Azhar, "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry," *Leadership Manage. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, Jul. 2011, doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.
- [5] A. Fazli, S. Fathi, M. H. Enferadi, M. Fazli, and B. Fathi, "Appraising Effectiveness of Building Information Management (BIM) in Project Management," *Procedia Technology*, vol. 16, pp. 1116–1125, 2014, doi: 10.1016/j.protcy.2014.10.126.
- [6] M. P. Sopaheluwakan and T. J. W. Adi, "Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 930, no. 1, p. 012020, Sep. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/930/1/012020.
- [7] F. R. Utomo and M. A. Rohman, "The Barrier and Driver Factors of Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia: A Preliminary Survey," *IJPS*, vol. 0, no. 5, p. 133, Dec. 2019, doi: 10.12962/j23546026.y2019i5.6291.
- [8] H. P. Chandra, P. Nugraha, and E. S. Putra, "Building Information Modeling in the Architecture-engineering Construction Project in Surabaya," *Procedia Engineering*, vol. 171, pp. 348–353, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.343.
- [9] R. Prancutè, "Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World," *Publications*, vol. 9, no. 1, p. 12, Mar. 2021, doi: 10.3390/publications9010012.
- [10] H. A. Rani, M. S. Al-Mohammad, M. S. Rajabi, and R. A. Rahman, "Critical Government Strategies for Enhancing Building Information Modeling Implementation in Indonesia," *Infrastructures*, vol. 8, no. 3, p. 57, Mar. 2023, doi: 10.3390/infrastructures8030057.
- [11] F. A. Agirachman, I. F. Putra, and A. Angkawijaya, "Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia," *MATEC Web Conf.*, vol. 147, p. 06002, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201814706002.
- [12] Zhabrinna, R. J. Davies, M. M. A. Pratama, and M. Yusuf, "BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia," *MATEC Web Conf.*, vol. 195, p. 06003, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819506003.
- [13] A. Primasetra, D. Larasati, and S. Wonorahardjo, "BIM Utilization in Improving Energy Efficiency Performance on Architectural Design Process: Challenges and Opportunities," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1058, no. 1, p. 012018, Jul. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1058/1/012018.
- [14] A. F. V. Roy and A. Firdaus, "Building Information Modelling in Indonesia: Knowledge, Implementation and Barriers," *JCDC*, vol. 25, no. 2, pp. 199–217, Dec. 2020, doi: 10.21315/jcdc2020.25.2.8.
- [15] Z. Sriyolja, N. Harwin, K. Yahya, and M. M. Tahir, "Awareness of adopting building information modelling in construction – case study of consultants perception in West Sumatra," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 849, no. 1, p.

012006, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/849/1/012006.

- [16] R. Susanti, S. Fauziyah, and S. A. Aziz, "Factor and Barrier Implementing Building Information Modelling (BIM) in Green Construction in Indonesia," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1203, no. 1, p. 012018, Jun. 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1203/1/012018.
- [17] M. N. Sholeh, A. Nurdiana, B. Setiabudi, and Suharjono, "Identification of Potential Uses of Building Information Modeling (BIM) for Construction Supply Chain Management: Preliminary Studies," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 448, no. 1, p. 012064, Mar. 2020, doi: 10.1088/1755-1315/448/1/012064.
- [18] G. Yanda, M. Amin, Researcher and Lecturer of Civil Engineering, Mercu Buana University, Jakarta, Indonesia., and T. D. Soehari, "Investment, returns, and risk of building information modeling (bim) implementation in indonesia's construction project," *IJEAT*, vol. 9, no. 1, pp. 5159–5166, Oct. 2019, doi: 10.35940/ijeat.A1806.109119.
- [19] A. Primasetra, D. Larasati, and S. Wonorahardjo, "Factors Affecting BIM (Building Information Modeling) Utilization Based on Stakeholder Perceptions in Indonesia," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 259–267, Feb. 2024, doi: 10.18517/ijaseit.14.1.18895.
- [20] C. K. Murti and F. Muslim, "Relationship between Functions, Drivers, Barriers, and Strategies of Building Information Modelling (BIM) and Sustainable Construction Criteria: Indonesia Construction Industry," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 5526, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15065526.
- [21] A. Syamil and I. S. Kharisma, "Smart Construction Using Building Information Modelling (BIM)," *E3S Web Conf.*, vol. 440, p. 07009, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202344007009.
- [22] J. E. Latupeirissa and H. Arrang, "Sustainability factors of building information modeling (BIM) for a successful construction project management life cycle in Indonesia," *J Build Rehabil*, vol. 9, no. 1, p. 26, Jun. 2024, doi: 10.1007/s41024-023-00376-1.
- [23] F. N. Aryanti, R. R. T. Busono, and S. Siswoyo, "Implementation of Building Information Modelling (BIM) Revit to meet the needs of the construction industry," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 830, no. 4, p. 042054, Apr. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/830/4/042054.
- [24] T. Sinaga and A. E. Husin, "Analysis of Time Efficiency with CCPM Method and BIM in Construction Projects Construction of High-Rise Residential Building Basement," *cea*, vol. 9, no. 5, pp. 1465–1477, Aug. 2021, doi: 10.13189/cea.2021.090519.
- [25] K. Arisanti, Y. Latief, and R. A. Machfudiyanto, "Development information system for building maintenance for structural components of government green building using Building Information Modelling (BIM)," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 830, no. 2, p. 022060, Apr. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/830/2/022060.
- [26] P. Yoga, L. Oktaviana, K. Wahyu, and M. Adriyati, "Implementation of building information modeling on slope stability and mitigation analysis in Aceh, Indonesia," *J Appl Eng Science*, vol. 20, no. 1, pp. 293–299, 2022, doi: 10.5937/jaes0-29558.
- [27] R. W. Wicaksono, Juliastuti, and P. Arumsari, "Integration building information modeling (BIM) to track the time for controlling of budget and labor productivity (case study: warehouse project)," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 794, no. 1, p. 012037, Jul. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/794/1/012037.
- [28] H. Fitriani, M. Rifki, M. Foralisa, and A. Muhtarom, "Investigation of Energy Saving Using Building Information Modeling for Building Energy Performance in Office Building," *cea*, vol. 10, no. 4, pp. 1280–1292, Jul. 2022, doi: 10.13189/cea.2022.100404.
- [29] J. A. Ardani, C. Utomo, and Y. Rahmawati, "Model Ownership and Intellectual Property Rights for Collaborative Sustainability on Building Information Modeling," *Buildings*, vol. 11, no. 8, p. 346, Aug. 2021, doi: 10.3390/buildings11080346.
- [30] M. A. T. Utomo, A. B. Putra, Farrel, and Novandy, "Study Of Model Design Changes On Volume And Superposition Using Building Information Modelling- Based Technology," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 998, no. 1, p. 012006, Feb. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/998/1/012006.
- [31] T. A. Syaputra and A. D. Rarasati, "A conceptual framework for implementing lean construction and building information modeling (BIM) in post-disaster housing reconstruction projects," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1173, no. 1, p. 012065, May 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1173/1/012065.

- [32] Alfredo, J. Sjah, A. D. Rarasati, and B. Trigunaryyah, "Analysis and Design of Irregular Structure using Building Information Modelling Integration. Case Study: Laboratory Tower," *E3S Web of Conf.*, vol. 517, p. 05023, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202451705023.
- [33] AKT II Ltd, L. Mimendi, R. Lorenzo, University College London, H. Li, and College of Civil Engineering, Nanjing Forestry University, "An innovative digital workflow to design, build and manage bamboo structures," *Sustain. Struct.*, vol. 2, no. 1, 2022, doi: 10.54113/j.sust.2022.000011.
- [34] A. P. Arbad, Z. N. Arifin, N. Martina, E. P. Nindya, and M. A. Nurfa, "MONITORING WORK PROGRESS OF DAM CONSTRUCTION BASED ON PHOTOGRAMMETRIC POINT CLOUDS AND BIM: PRACTICAL APPROACH TO TEACHING INDUSTRY," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, vol. XLVIII-5/W1-2023, pp. 1–5, May 2023, doi: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W1-2023-1-2023.
- [35] G. Tohho, J. Sjah, A. D. Rarasati, and B. Trigunaryyah, "Optimizing the Integration of Building Information Modelling using Response Spectrum and Linear Time History Analysis. Case Study: Irregular Hangar Structure," *E3S Web of Conf.*, vol. 517, p. 05024, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202451705024.
- [36] H. Fitriani and W. P. Br Bangun, "KESIAPAN ADOPSI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA KONSULTAN PERENCANA DI KOTA PALEMBANG," *TJ*, vol. 11, no. 2, p. 437, Oct. 2021, doi: 10.29103/tj.v11i2.568.
- [37] Y. Hanifah, "Dampak Manfaat dan Hambatan BIM terhadap Tingkat Penggunaan di Indonesia," *JLBI*, vol. 13, no. 2, pp. 93–101, Jun. 2024, doi: 10.32315/jlbi.v13i2.363.
- [38] T. D. Oesterreich and F. Teuteberg, "Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry," *Computers in Industry*, vol. 83, pp. 121–139, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.compind.2016.09.006.
- [39] S. Balasubramanian, V. Shukla, N. Islam, and S. Manghat, "Construction Industry 4.0 and Sustainability: An Enabling Framework," *IEEE Trans. Eng. Manage.*, vol. 71, pp. 1–19, 2024, doi: 10.1109/TEM.2021.3110427.
- [40] A. Pratama, "Kajian Implementasi BIM (Building Information Modeling) di Indonesia Berdasarkan Perspektif Pelaksana Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Kontraktor BUMN)," *Building Information Modeling*, 2022.