

MANFAAT DAN HAMBATAN DALAM PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)*

Dedyanto Wijaya¹, Fathan Fauzan², dan Fuk Jin Oei³

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
dedyanto.wijaya.327231002@gmail.com

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
fathan.327231004@stu.untar.ac.id

³Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
fukjin.untar@gmail.com

Masuk: 25-11-2023, revisi: 04-12-2023, diterima untuk diterbitkan: 08-12-2023

ABSTRACT

Digitalization in the world of construction is shaping changes in all sectors and that includes the world of construction. Efficiency in work for work purposes has led several countries and researchers from all over the world and universities to develop digital technology in the world of construction. The development of construction digitalization in construction work is of course very important because it can support the innovation movement and development of digitalization itself. Currently, there is a construction digitalization system that is well-known and often discussed in various journals around the world, namely Building Information Modeling (BIM). The use of a new system such as BIM certainly has benefits so it is widely used in the construction sector and in implementing this technology there are definitely obstacles in its application. Many journals discuss the application of BIM in construction project work but rarely discuss the obstacles as well as the benefits of using BIM. Therefore, based on these problems, the development of BIM construction technology needs to be studied and reviewed in depth in its use. This is useful for innovation and development of technology itself, both in application and adaptation to face the current era of massive technological development. The method of comparing, searching, reading and reviewing several related journals makes the conclusions from this journal sufficient to provide support and suggestions for future BIM development.

Keywords: Building Information Modelling (BIM); Construction methods and techniques; Digital technology; BIM Implementation

ABSTRAK

Digitalisasi dalam dunia konstruksi ikut membentuk terjadinya perubahan dari segala sektor dan itu pun termasuk dalam dunia konstruksi. Efisiensi dalam sebuah pekerjaan guna keperluan pekerjaan membuat beberapa negara dan peneliti dari seluruh dunia dan Universitas mengembangkan teknologi digital dalam dunia konstruksi. Pengembangan digitalisasi konstruksi dalam pekerjaan konstruksi tentu saja sangat penting karena dapat mendukung gerakan inovasi dan pengembangan digitalisasi itu sendiri. Pada saat ini terdapat sebuah sistem digitalisasi konstruksi yang sedang terkenal dan sering dibahas di berbagai jurnal di dunia yaitu *Building Information Modelling (BIM)*. Penggunaan sistem yang baru seperti BIM tentu saja mempunyai manfaat sehingga banyak digunakan di sektor konstruksi dan dalam penerapan teknologi ini pasti mempunyai hambatan dalam pengaplikasiannya. Banyak jurnal membahas tentang pengaplikasian BIM pada pekerjaan proyek konstruksi tetapi jarang membahas hambatan sekaligus dengan manfaat penggunaan BIM. Oleh karena itu, dari permasalahan tersebut maka perkembangan teknologi konstruksi BIM perlu dikaji dan direviu secara mendalam lagi dalam penggunaannya. Hal itu berguna untuk keperluan inovasi dan pengembangannya teknologi itu sendiri baik dalam penerapan ataupun adaptasi untuk menghadapi era perkembangan teknologi yang sangat masif saat ini. Metode dengan membandingkan, mencari, membaca dan mereviu beberapa jurnal terkait membuat kesimpulan dari jurnal ini cukup untuk memberikan dukungan dan saran terhadap pengembangan BIM kedepannya.

Kata kunci: *Building Information Modelling (BIM); Metode dan teknik konstruksi; Teknologi digital; Penerapan BIM.*

1. PENDAHULUAN

Teknologi digital terus berkembang seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan inovasi yang dilakukan oleh para peneliti, pengembang, dan pengguna di seluruh dunia. Beberapa contoh perkembangan teknologi digital yang signifikan adalah kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *internet of things* (IoT), *cloud computing*, *big data*, *blockchain*, *virtual reality*, *augmented reality*, dan lain-lain. Perkembangan teknologi digital ini membawa banyak manfaat bagi kesejahteraan manusia, namun juga menimbulkan tantangan dan masalah yang harus diantisipasi dan diselesaikan.

Perkembangan teknologi yang terjadi di dunia pada saat ini menyebabkan banyak sekali perubahan dalam bentuk digitalisasi pada teknik dan metode dari segala macam sektor baik terkait di bidang teknologi pertanian, tambang, produk komersial seperti smart lock system, smart lamp, dll. Dan hal ini juga terjadi kepada dunia teknologi dan metode konstruksi. Semua jenis teknologi yang ingin dikembangkan di dunia ini, semua mempunyai visi dan misi yang sama yaitu ingin mempermudah proses pekerjaan, mempersingkat waktu yang digunakan dalam proses pekerjaan, mengurangi *budget cost* dan efisiensi pengeluaran biaya, ataupun mengurangi faktor *human error* yang terjadi dalam pekerjaan di dunia konstruksi.

Teknologi digital telah memberikan banyak kemudahan dan keuntungan bagi pekerjaan konstruksi, baik dalam hal perencanaan, pelaksanaan, maupun pemeliharaan. Beberapa contoh penerapan teknologi digital dalam pekerjaan konstruksi adalah sebagai berikut:

3D Printing dan *Additive Manufacturing* adalah proses pembuatan objek tiga dimensi dengan menumpuk lapisan demi lapisan bahan sesuai dengan desain digital. Teknologi ini juga dapat menciptakan bentuk-bentuk yang unik dan kompleks yang sulit dibuat dengan metode konvensional. Batasan penerapan teknologi ini salah satunya jika diimplementasikan dalam struktur berskala besar (Wang & Wu, 2016).

Internet of Things (IoT) adalah suatu sistem yang terdiri dari berbagai perangkat yang saling terhubung melalui internet dan dapat mengirimkan dan menerima data secara otomatis. *IoT* dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan, kinerja peralatan, lokasi material, aktivitas pekerja, dan lain-lain dalam pekerjaan konstruksi. *IoT* juga dapat memberikan peringatan dini jika terjadi masalah atau potensi risiko dalam pekerjaan konstruksi.

Dari hasil pengujian statistik yang dilakukan oleh Estrellita V.Y. Waney dan Jan Lumempouw didapatkan kesimpulan bahwa variabel penerapan teknologi berpengaruh 97,1% terhadap kinerja perusahaan (Lumempouw & Waney, 2015). Dari hal tersebut, dapat kita simpulkan bahwa dikarenakan banyaknya manfaat yang didapatkan dari perkembangan teknologi yang terjadi di dunia. Banyak negara berlomba-lomba dalam mengembangkan seluruh teknologi dan metode yang digunakan untuk mempermudah proses pekerjaan dan berlomba-lomba dalam meneliti metode dan teknik digitalisasi di dalam dunia konstruksi.

Penerapannya dalam penelitian dan pengembangan tentu saja tidak semudah yang dijelaskan di dalam sebuah teori. Tentu saja dalam melakukan penelitian dan pengembangan sebuah metode apalagi dalam dunia konstruksi membutuhkan proses dan waktu yang lama, terlebih lagi dalam proses pengerjaan tentu saja membutuhkan banyak sekali sumber daya atau sumber daya manusia yang mumpuni dan berkualitas untuk menciptakan sebuah metode dan teknik dalam digitalisasi tersebut.

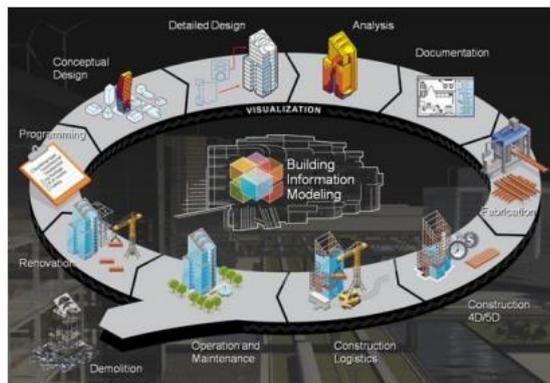
Salah satu cara dalam pengembangan teknologi dan digitalisasi tentu saja dapat dengan membaca banyak jurnal hasil penelitian dari mereviu segala literatur dari segala universitas di dunia, tetapi dalam penerapannya terkadang perlu adanya sebuah adaptasi untuk diterapkan dikarenakan tiap-tiap masalah dalam suatu negara berbeda-beda.

2. BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

Building Information Modelling (BIM): BIM adalah suatu sistem dan metode yang menggunakan model tiga dimensi untuk merepresentasikan seluruh aspek dari sebuah proyek konstruksi, mulai dari desain, biaya, jadwal, material, hingga operasi dan pemeliharaan. Tingkat penerapan BIM bisa mempengaruhi kinerja biaya lebih mendekati akurat dan efisien dikarenakan penerapan BIM yang menggunakan volume 5D melalui perangkat BIM dapat menghasilkan perhitungan volume yang mendekati akurat sesuai lapangan sehingga kinerja biaya operasional lapangan lebih bisa akurat. Tingkat penerapan BIM bisa mempengaruhi kinerja mutu dikarenakan dalam pembuatan model 3D bisa memvisualisasikan proyek yang dikerjakan sehingga bisa menjadi bahan koordinasi dan komunikasi antar pemangku kepentingan untuk menentukan material apa yang akan digunakan sesuai mutu yang ada di kontrak dan juga membahas terkait deteksi bentrokan. Tingkat penerapan BIM bisa mempengaruhi kinerja waktu dikarenakan dalam pembuatan jadwal lapangan 4D bisa memvisualisasikan tahapan proyek yang dikerjakan sehingga bisa menjadi bahan koordinasi dan komunikasi antar pemangku kepentingan untuk menentukan tahapan-tahapan pekerjaan dari awal sampai akhir (Kurniawan & Suroso, 2023). Berikut salah satu gambaran yang dapat dilihat dan dipahami salah satu alur BIM dalam dunia konstruksi bangunan.

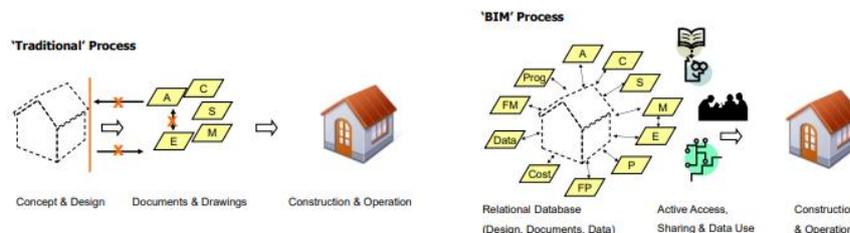
Menurut Hardin (2009), BIM adalah sebuah bentuk revolusi teknologi dan proses yang di mana bertransformasi dengan cepat tentang cara bangunan dibangun, dikonstruksikan, dan dioperasikan. Meskipun akar dari BIM dapat ditelusuri kembali dari penelitian pemodelan para metrik yang dilakukan oleh bangsa Eropa dan Amerika di akhir 1970 dan di awal 1980, dan walaupun industri *Architecture Engineering Construction (AEC)* mulai melakukan implementasi pada proyek pada pertengahan tahun 2000.

Dan dikarenakan hal tersebut dapat diketahui bahwa BIM merupakan salah satu sistem yang terintegrasi dengan yang lainnya sehingga bila di dalam dunia konstruksi dapat menghubungkan antar divisi dengan lebih baik. Karena dalam hal ini BIM menjadi salah satu bentuk teknologi digital yang dipercaya dapat mempunyai prospek yang maju dan akan digunakan dalam skala besar pada waktu ke depannya.



Gambar 1. Siklus dan proses penggambaran konstruksi (Azhar, 2012)

Berikut terdapat gambar 1 yang menjelaskan tentang siklus dan sebuah bentuk integrasi dalam BIM (*Building Information Modelling*) dan Gambar 2 yang memperlihatkan siklus dan penggambaran konstruksi yang memberikan informasi terkait dengan perbandingan proses tradisional dan BIM. Pada proses tradisional dalam realisasi pembangunannya mempunyai aspek meliputi dokumentasi yang masih belum terintegrasi dan dilakukan secara mandiri. Bila dibandingkan dengan BIM, kita dapat melihat segala aspek meliputi dokumentasi dapat terintegrasi dan berhubungan dengan satu sistem sehingga dapat melakukan koordinasi dengan baik.



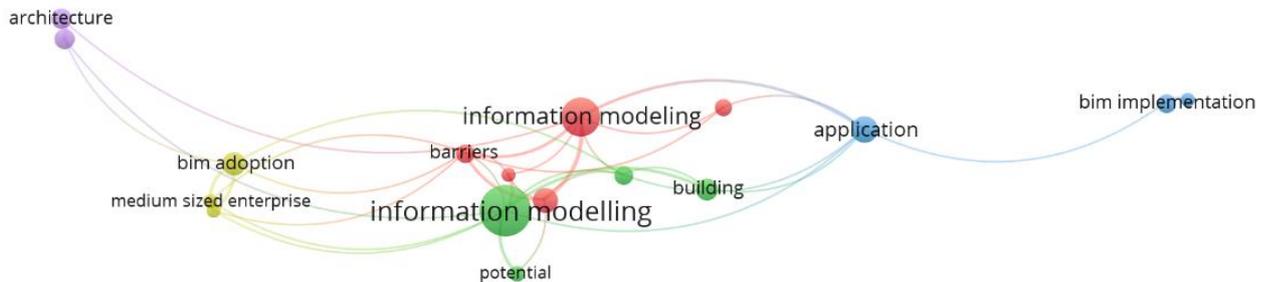
Gambar 2. Perbandingan proses tradisional dan BIM (Azhar, et al. 2012)

Perkembangan teknologi informasi pada era industri 4.0 terjadi sangat cepat di berbagai bidang industri, seperti bidang konstruksi gedung dan arsitektur. Pada bidang konstruksi gedung dan arsitek dan terus memaksimalkan perkembangan teknologi digital dengan penggunaan aplikasi penunjang pengaplikasian sistem BIM. BIM berimplikasi memberi perubahan dan mendorong pertukaran informasi menggunakan model 3D pada berbagai disiplin pekerjaan dan instansi yang berbeda, sehingga pekerjaan akan dapat berjalan dengan lebih efisien dan efektif.

Penjelasan 5D BIM mencakup beberapa hal yaitu desain struktur 3D dengan menyertakan hasil output pendetailan elemen struktur, perhitungan volume pekerjaan, estimasi biaya, penjadwalan dan visualisasi dengan perenderan model bangunan. Setelah itu pada BIM 6D mencakup tentang *Sustainability* yang di mana meliputi konseptual terhadap analisis penggunaan energi, memberikan detail analisis energi dan melacak elemen yang dapat digunakan dalam proses konstruksi pembangunan berkelanjutan dan terakhir pada 7D BIM meliputi hal-hal untuk pemeliharaan fasilitas bangunan dan diintegrasikan dengan simulasi CAD 7D guna mengoptimalkan manajemen dan desain hingga pembongkaran bangunan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam analisis reviu ini kami mencari jurnal yang relevan dengan tema BIM menggunakan program publish and perish dan penyebaran jurnal digambarkan menggunakan Vosviewer, program dan mengambil beberapa sumber dari jurnal yang kami cari dan berbagai artikel yang mempunyai korelasi dengan topik yang kami cari. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3 salah satu penyebaran kluster yang kami dapatkan dari beberapa jurnal yang kami baca dan mendapatkan penyebaran topik dalam judul yang kami buat.

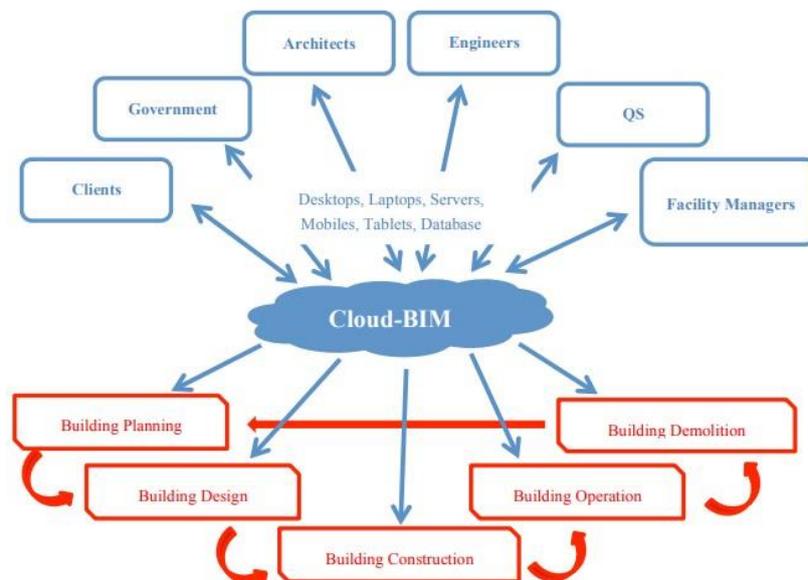


Gambar 3. Cluster dalam penyebaran dengan kata kunci BIM

Terlihat bahwa terdapat dua bola besar yang sama sama memiliki maksud kata kunci “*Information Modelling*”, di sekitar itu terdapat dua bola yang berukuran kecil yaitu “*Potential*” (Potensi) dan “*Barrier*” (Penghalang), oleh sebab itu kami memilih tema Potensi dan Halangan Pemanfaatan BIM di Indonesia.

4. POTENSI MANFAAT BIM

Dapat dilihat pada gambar 2 bahwa terdapat perbandingan antara proses tradisional dan proses menggunakan BIM (*Building Information Modelling*). Tentu pada dasarnya bahwa terjadinya perkembangan dalam dunia konstruksi dan teknologi digital mempunyai manfaat yang sangat signifikan. Hal itu tidak terlepas dari banyaknya masalah dan risiko yang dihadapi ketika menggunakan metode dan proses tradisional ataupun manual. Proses tradisional yang mempunyai risiko terjadinya kesalahan ataupun kurangnya komunikasi menjadi salah satu penyebab terjadinya kesalahan dalam proyek konstruksi bahkan mengurangi efisiensi pekerjaan proyek konstruksi.



Gambar 4. Hubungan *Cloud-BIM* sebagai tempat penyimpanan dan integrasi (Wong, 2014)

Salah satu masalah yang terjadi di dunia konstruksi dalam penerapannya BIM yaitu kurangnya pemahaman seorang teknisi dalam mengelola, memproses dan mengelola informasi *Cloud-BIM*. Permasalahan tersebut dapat dijawab dengan perlunya training profesional dan dukungan training profesional tentu saja tidak dapat diselesaikan tanpa adanya campur tangan dari beberapa organisasi ataupun pemerintah. Penggunaan *Cloud-BIM* bahkan berpotensi

membantu penerapan pada manajemen fasilitas dan pemeliharaan gedung bangunan bahkan dapat digunakan dalam melakukan analisa dalam menghancurkan bangunan gedung yang tidak layak berdiri lagi.

Pada Tabel 1 menjelaskan indikator manfaat yang didapatkan dalam menggunakan BIM untuk mengambil keputusan penting sebagai contoh, indikator visualisasi dapat membantu setiap pihak meliputi pemilik, desainer, kontraktor dan manajer fasilitas dalam menentukan kebijakan yang akan diambil tetapi untuk indikator analisis keberlanjutan hanya desainer dan pemilik saja yang terbantu dengan BIM. Dengan Tabel 1 juga membantu menjelaskan keterkaitan antar-pihak meliputi pelaksanaan tugas dan tanggungjawab sehingga dapat berjalan dengan baik antar divisi untuk dapat mengetahui pekerjaannya masing-masing dan hal tersebut dapat mempengaruhi efektivitas pekerjaan dalam dunia konstruksi (Azhar, et al. 2012). Tabel 1 dibagi menjadi 5 (lima) baris dan baris pertama menjelaskan keuntungan tentang pengaplikasian BIM terhadap semua pemangku kepentingan dalam proyek konstruksi.

Dikarenakan hal itulah, BIM diciptakan dan dikembangkan menjadi perantara untuk segala pihak. Dalam proses tradisional semua dikerjakan antar-divisi dan dikerjakan secara mandiri tetapi dalam proses penyajian data serta informasinya tidak diintegrasikan secara digital. Penyajian data secara manual dan dipresentasikan masing-masing dari antra-pihak menyebabkan kesalahan dalam berkomunikasi. Permasalahan tersebut akhirnya dapat diselesaikan secara digitalisasi yaitu dengan BIM. BIM dapat menyelesaikan kesalahan dalam komunikasi antar-pihak dengan menyambungkan data dalam satu server yaitu *cloud server* sehingga data dapat tersambung dan data terbaru dapat langsung diakses oleh pihak secara cepat.

Tabel 1. Tabel penerima manfaat penggunaan BIM terhadap pemangku kepentingan (Azhar, et al. 2012)

No	Indikator	Pemilik	Desainer	Kontraktor	Manajer Fasilitas
1	Visualisasi	X	X	X	X
2	Analisis Pilihan	X	X	X	
3	Analisis Keberlanjutan	X	X		
4	Survey Kuantitas		X	X	
5	Estimasi Biaya	X	X	X	
6	Logistik	X		X	
7	Penjadwalan		X	X	
8	Analisis Pekerjaan Konstruksi		X	X	
9	Analisis Performa Bangunan	X	X	X	X
10	Manajemen Bangunan	X			X

Owner (Pemilik)

Dapat dilihat pada tabel bahwa manfaat penggunaan BIM terhadap pemilik proyek (*owner*) adalah Dapat melakukan penilaian terhadap desain awal pekerjaan konstruksi bangunan dan memastikan segala persyaratan atau spesifikasi dapat terpenuhi

- a. Melakukan analisa terhadap kinerja dan evaluasi pemeliharaan bangunan
- b. Meninjau kembali dan melakukan evaluasi risiko terhadap keuangan dan harga dalam proyek konstruksi.
- c. Dapat melakukan pemasaran karena dalam pemanfaatan sistem ini juga dapat melakukan render untuk iklan dan penjualan.

Konsultan desain

Pemanfaatan penggunaan sistem ini untuk konsultan desain baik itu desainer struktur, arsitek ataupun *plumbing* adalah dapat dijelaskan sebagai berikut ini;

- a. Melakukan desain yang lebih tepat dan teliti karena didukung dengan simulasi visual dan dapat menjelaskan lebih rinci kepada *owner*.
- b. Dapat melakukan pekerjaan *overlap* dan menggabungkan *file* sehingga dapat menghasilkan pembangunan yang presisi dan efisien
- c. Dapat memenuhi segala spesifikasi dan persyaratan analisa yang diterima sesuai dengan aturan pekerjaan.
- d. Dapat melakukan evaluasi terhadap risiko kegagalan atau kerusakan dalam mendesain bangunan.
- e. Dapat memberikan presentasi yang baik terhadap segala pemangku kepentingan

Kontraktor

Tidak hanya pemilik dan juga konsultan desainer yang dapat menggunakan dan memanfaatkan segala potensi yang terdapat pada BIM tetapi pihak kontraktor pun dapat mendapatkan manfaat pada metode ini. Berikut dapat dijelaskan;

- a. Dapat melakukan analisa yang lebih mendalam terhadap perhitungan material dan kuantitas yang lebih baik.
- b. Meminimalisir terjadinya risiko kesalahan dalam perhitungan sehingga mengurangi dampak biaya.
- c. Dapat melakukan evaluasi lebih awal terhadap pengaplikasian metode pekerjaan dan dapat menilai risiko kesalahan dalam pekerjaan proyek.
- d. Menganalisis dan mengawasi segala kemajuan progres pekerjaan secara langsung sesuai dengan data yang valid pada saat pengerjaan.
- e. Dapat lebih mudah mengambil keputusan karena data yang jelas dan teraktual sehingga dapat mempercepat efisiensi pekerjaan.
- f. Dipercaya lebih efisien dan dapat mengurangi biaya sumber daya manusia sehingga dapat mendapatkan keuntungan yang lebih besar.

Manajer pemeliharaan fasilitas

Setelah segala pekerjaan dapat terpenuhi dan konstruksi yang telah berjalan dengan sempurna data-data hasil pekerjaan konstruksi dapat dirangkum dan diberikan kepada pihak yang akan bertanggungjawab dalam mengelola segala fasilitas dan metode ini dapat membantu manajer fasilitas sebagai berikut;

- a. Mengurangi kehilangan data karena sudah ter digitalisasi dengan sempurna sehingga proses pencarian data dapat segera ditemukan.
- b. Proses penyerahan terhadap manajer fasilitas lebih cepat karena data yang terintegrasi dengan sempurna dapat melihat segala aspek pekerjaan baik arsitektur, struktur, dan Mekanikal, elektrikal dan plumbing.
- c. Mengurangi penggunaan kertas dan menghemat pembiayaan terhadap fasilitas.
- d. Dengan basis data yang telah terintegrasi dengan baik segala aktivitas dapat bekerja dengan baik dan dapat lebih mudah dengan tautan yang tinggal diklik sehingga semua data yang diperlukan dapat dicari dengan mudah dan cepat.

5. KENDALA DALAM PEMANFAATAN BIM

Dari banyaknya manfaat yang disebutkan di atas, penerapan BIM di Indonesia masih terbatas dimanfaatkan pada fase desain dan teknik untuk proyek-proyek besar. Dilakukan kajian literatur terhadap 4 Paper sebagai berikut:

Tabel 2. Daftar paper yang membahas manfaat & halangan pemanfaatan BIM

No	Nama Jurnal	Judul	Penulis	DOI	Tahun Terbit	Nomor Indeks
1	Rekayasa Sipil	Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Dunia Konstruksi Indonesia (Pantiga & Soekiman, 2021)	Januar Pantiga, Anton Soekiman	Http://Jurnal.Utu.Ac.Id/Jtsipil/Article/View/7186	2021	X1
2	Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan	Analysis Of Benefits And Barriers Factors In The Implementation Of Building Information Modeling (BIM) In Building Construction For Contractor (Gustian, Lesmana, & Milyard, 2022)	Egi Gustian, Roi Milyard, Cindrawaty Lesmana	https://doi.org/10.15294/jtsp.v24i2.37026	2022	X2 ₁ X2 ₂
3	Media Teknik Sipil	Analisis Persepsi Perusahaan Architecture, Engineering, Construction (AEC) Terhadap Adopsi Building Information Modeling(BIM) (Budiarto, Fitriani, Muhtarom, & Rachmadi, 2021)	Heni Fitriani, Andi Budiarto, Aditya Rachmadi, Ahmad Muhtarom	https://doi.org/10.2219/jmts.v19i1.14281	2021	X3

Tabel 2 (Lanjutan). Daftar paper yang membahas manfaat & halangan pemanfaatan BIM

No	Nama Jurnal	Judul	Penulis	DOI	Tahun Terbit	Nomor Indeks
----	-------------	-------	---------	-----	--------------	--------------

4	Jurnal Infrastrukt	Analisa Penerapan Information Modeling Proyek Konstruksi (Hutama & Sekarsari, 2018)	Faktor Penghambat Building Dalam (Hutama & Sekarsari, 2018)	Handika Utama Jane Sekarsari	Rizky https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.716	2018	X4
---	--------------------	---	---	------------------------------	---	------	----

Dari keempat jurnal tersebut, diambil 5 indikator tertinggi dengan topik penyebab tidak diimplementasikannya BIM pada proyek, semakin besar nilainya maka semakin rendah peringkatnya. Dari tabel 3 hasil perbandingan didapatkan 5 nilai tertinggi didapatkan oleh:

1. Biaya Lisensi Aplikasi (nilai 13)
2. Kurangnya pengetahuan atau pemahaman (nilai 12)
3. Butuh Hardware Canggih (nilai 9)
4. Rendahnya permintaan pasar (klien) (nilai 7)
5. Biaya Pelatihan (nilai 7)

Tabel 3. Peringkat halangan pemanfaatan BIM pada masing masing *paper*

No	Indikator	X1	X2 ₁	X2 ₂	X3	X4	Total
1	Kurangnya Tenaga Ahli (Spesialisasi)	5					5
2	Perubahan (transisi) budaya kerja	4					4
3	Kurangnya pengetahuan atau pemahaman	3	5	1	3		12
4	Belum adanya regulasi (hukum, standar, aturan)	2					2
5	Rendahnya permintaan pasar (klien)	1			1	5	7
6	Biaya Pelatihan		3	4			7
7	Biaya Lisensi Aplikasi		4	5	4		13
8	Masalah Lisensi BIM		1	2	2		5
9	Butuh Hardware Canggih		2	3	4		9
10	Masalah Biaya				5		5
11	Kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan motivasi, pelatihan, dan pengawasan					6	6
12	Kontraktor tidak ada yang pakai					4	4
13	Perencanaan Belum Jelas Jadi Tidak Diimplementasikan					3	3
14	Pekerjaan terlalu kompleks					2	2
15	Prosedur Yang Kompleks					1	1

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari revidi ini adalah bahwa BIM merupakan suatu bentuk digitalisasi yang sangat menjanjikan dan dapat membantu dalam efisiensi suatu pekerjaan konstruksi dan telah dibuktikan dengan jurnal-jurnal yang telah membahas hal tersebut. Lebih dari itu dipercaya bahwa BIM itu adalah digitalisasi yang sangat menjanjikan di masa depan sehingga perlu digalangan lebih masif lagi dalam penggunaannya.

Walaupun dari hal itu juga, kita tidak dapat menutup fakta bahwa penggunaan BIM di Indonesia masih belum terlalu masif dan tantangan BIM itu sendiri di Indonesia karena kurangnya Biaya Lisensi Aplikasi, Perangkat Komputer Tinggi, dan Sumber Daya Manusia yang mumpuni. Pengembangan dalam penggunaan BIM juga memerlukan dukungan dan transfer teknologi. Dukungan tersebut dapat didapatkan dari segala pihak-pihak terkait dengan pembangunan dan organisasi yang besar seperti organisasi profesi atau pemerintah sehingga dapat menyukseskan gerakan tersebut.

7. SARAN

Dikarenakan 3 dari 5 Indikator Penghalang dalam penerapan BIM berkaitan dengan Biaya, disarankan kepada pengusaha atau peneliti selanjutnya untuk menganalisis break event point jika menganggap pelatihan, belanja perangkat computer, dan lisensi aplikasi BIM sebagai biaya investasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building Information Modelling (BIM): Now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12. doi:<https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i4.3032>
- Fitriani, H., Budiarto, A., Rachmadi, A., & Muhtarom, A. (2021). Analisis Persepsi Perusahaan Architecture, Engineering, Construction (AEC) terhadap Adopsi Building Information Modeling (BIM). *Media Teknik Sipil*, 19(1), 25-32. doi:<https://doi.org/10.22219/jmts.v19i1.14281>
- Gustian, E., Lesmana, C., & Milyard, R. (2022). Analysis of Benefits and Barriers Factors in the Implementation of *Building Information Modelling* (BIM) in Building Construction for Contractor. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 25(2). doi:<https://doi.org/10.15294/jtsp.v24i2.37026>
- Hutama, H. R., & Sekarsari, J. (2018). Analisa faktor penghambat penerapan *Building Information Modeling* dalam proyek konstruksi. *Jurnal Infrastruktur*, 4(1). doi:<https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v4i1.716>
- International Organization for Standardization. (2018). Occupational health and safety management systems—requirements with guidance for use.
- Kurniawan, Y., & Suroso, A. (2023). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TERHADAP TINGKAT PENERAPAN BIM DAN KINERJA PROYEK PADA PROYEK DESIGN AND BUILD. *Journal of Syntax Literate*, 8(7).
- Waney, E. V., & Lumempouw, J. (2015). Pengaruh Penerapan Teknologi Terhadap Kinerja Perusahaan Jasa Konstruksi. *Jurnal Poli-Teknologi*, 14(1).
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian implementasi *Building Information Modeling* (BIM) di dunia konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2). doi:<http://jurnal.utu.ac.id/jtsipil/article/view/7186>
- Wang, J., & Wu, P. (2016). A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry. *Automation in Construction*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.04.005>
- Wong, J., Wang, X., Li, H., Chan, G., Li, H. (2014). A review of cloud-based BIM Technology in the construction sector. *ITcon*, 19, 281.