

**Praksis Implementasi Pemodelan Informasi Bangunan (*Building Information Modeling /BIM*) dalam Industri Arsitektur, Rekayasa Dan Konstruksi Modern (*Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry*)**

**Triono Subagio<sup>1</sup>, Dimas Wicaksono<sup>2</sup>, Teguh Prihanto<sup>3</sup>, Eko Budi Santoso<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Negeri Semarang

Correspondence email: <sup>1</sup>bagio.beck@mail.unnes.ac.id; <sup>2</sup>dimaz\_arch@mail.unnes.ac.id; <sup>3</sup>teguh.prihanto@mail.unnes.ac.id;

<sup>4</sup>eko\_bs@mail.unnes.ac.id

**Abstrak.** Persyaratan teknis tentang pedoman pembangunan berkelanjutan, khususnya untuk bidang bangunan gedung sudah diberlakukan berdasarkan UU No. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan UU No. 28 tahun 2002 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 9 Tahun 2021 tentang Pedoman Pembangunan Berkelanjutan. Penelitian ini merupakan penelitian awal sebagai bentuk respon dari perundangan di industri AEC yang masih sangat baru di Indonesia. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian survei. Populasi dan sampel merupakan pihak-pihak yang terlibat dalam industri AEC, khususnya dalam proses pengadaan barang dan jasa di Indonesia. Penelitian ini untuk mendapatkan kajian kritis tentang harapan dan kendala yang dihadapi oleh konsultan, kontraktor dan konsultan perencana yang secara khusus adalah individu-individu yang terlibat di dalamnya, seperti arsitek, *site engineer*, drafter, konsultan manajemen konstruksi dan lain-lain. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknik angket yang disebarluaskan melalui platform *google-form*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi BIM di industri AEC Indonesia masih dalam kategori rendah. Rendahnya tingkat implementasi BIM ini bisa dilihat dari indikator seperti jenis software berbasis BIM yang menunjukkan bahwa lebih dari 40% tidak pernah menggunakan software berbasis BIM. Implementasi BIM di Indonesia juga masih berkisar dalam permasalahan pemodelan 3D (30%). Implementasi BIM di Indonesia belum dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan seperti analisis rencana anggaran biaya (37,8%), manajemen pelaksanaan konstruksi (53,4%), analisis energi (86,6%), manajemen infrastruktur (71,1%). Simpulan dari penelitian ini bahwa permasalahan implementasi BIM di Indonesia sebagai respon dari pemberlakuan perundangan masih sangat terbuka dan menantang, seperti kecukupan tenaga ahli di bidang BIM, kompatibilitas dan ketersediaan hardware dan software berbasis BIM, baik dalam aspek kuantitas dan kualitasnya.

**Kata Kunci:** Pemodelan informasi bangunan (BIM), industri arsitektur, rekayasa dan konstruksi (AEC industry), implementasi

## **PENDAHULUAN**

Undang Undang 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung mengatur ketentuan tentang bangunan gedung yang meliputi fungsi, persyaratan, penyelenggaraan, peran masyarakat, dan pembinaan. Pengaturan bangunan gedung dalam UU 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung memiliki tujuan untuk 1) mewujudkan bangunan gedung yang fungsional dan sesuai dengan tata bangunan gedung yang serasi dan selaras dengan lingkungannya, 2) mewujudkan tertib penyelenggaraan bangunan gedung yang menjamin keandalan teknis bangunan gedung dari segi keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan, dan 3) mewujudkan kepastian hukum dalam penyelenggaraan bangunan gedung. Sedangkan PP No. 16 tahun 2021 tentang Pelaksanaan UU No. 28 tahun 2002 ini mengatur mengenai hal-hal yang bersifat pokok dan normatif mengenai penyelenggaraan bangunan gedung.

Peraturan pelaksanaan dari kedua perundangan tersebut adalah salah satunya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 9 tahun 2021 tentang Pedoman Pembangunan Berkelanjutan. Pada pasal 6 ayat 3 ini mensyaratkan bahwa penyelenggaraan konstruksi berkelanjutan harus dilakukan secara terpadu dan efisien dengan memperhatikan penggunaan teknologi pemodelan informasi bangunan (*building information modelling/ BIM*). Penyelenggaraan konstruksi berkelanjutan dengan mengadopsi teknologi BIM ini meliputi perencanaan umum, pemrograman, pelaksanaan konsultasi konstruksi dan/atau pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

Sebagai sebuah persyaratan teknis baru di bidang industri arsitektur, rekayasa dan konstruksi modern (*Architecture, Engineering and Construction/AEC*), BIM merupakan sebuah tuntutan yang harus dipenuhi oleh komponen-komponen pelaksana penyedia jasa di bidang konstruksi, khususnya bangunan gedung. Tuntutan ini tidak saja harus dipenuhi oleh penyedia jasa sebagai institusi kelembagaan, melainkan juga menyasar kepada individu-individu yang terlibat dalam jasa layanan industri ini. Penyediaan jasa layanan AEC membutuhkan teknologi yang saling terintegrasi satu dengan lainnya. Penyediaan jasa layanan AEC ini membutuhkan kompetensi individu yang semakin kompleks. Kompetensi individu yang diakui dalam bentuk sertifikasi merupakan suatu keharusan. Selain itu, kualitas produk yang dihasilkan harus memenuhi standardisasi yang bisa diterima secara global dan bersifat umum. Konsekuensi dari ketentuan pemberlakuan implementasi BIM dalam industri AEC secara luas sudah barang tentu mengandung konsekuensi di berbagai bidang yang tidak hanya berimplikasi sebagai respon pemberlakuan BIM itu sendiri. Permasalahan mendasar pemberlakuan BIM di industri AEC, khususnya di Indonesia jelas mengandung

konsekuensi lebih luas seperti ketersediaan software dan hardware, kesiapan sumber daya, permasalahan sertifikasi dan lain-lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) untuk mendapatkan kajian kritis tentang tingkat penggunaan dan penguasaan BIM dalam industri AEC berkelanjutan di Indonesia, khususnya bangunan Gedung, dan 2) untuk mendapatkan kajian kritis berkaitan dengan harapan penggunaan BIM dalam industri AEC di Indonesia yang harus dipenuhi oleh komponen-komponen yang terlibat dalam bidang penyelenggaraan pekerjaan AEC berkelanjutan, baik sebagai institusi maupun sebagai individu.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian survei dengan pendekatan penelitian kuantitatif. Alasan pemilihan jenis penelitian ini adalah karena penelitian ini merupakan penelitian yang sifatnya mendasar (*basic research*) sehingga didapatkan data awal untuk kajian kritis penelitian sejenis di masa yang akan datang berkaitan dengan respon dari perundangan di 8 industri AEC yang masih sangat baru, yaitu Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 9 tahun 2021.

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh pihak yang terlibat dalam kegiatan AEC, baik konsultan perencana, kontraktor, konsultan pengawas dan praktisi di bidang pendidikan (akademisi). Sampel penelitian dibedakan menjadi beberapa elemen tenaga yang terlibat dalam AEC tersebut, yang terdiri dari arsitek, site engineer, pelaksana, surveyor, estimator, drafter, penjamin mutu dan individu-individu lain yang secara langsung terlibat dalam pelaksanaan proyek. Waktu pengambilan data dilakukan pada periode bulan Juni 2021 sampai dengan Agustus 2021. Jumlah sampel yang didapat setelah dilakukan reduksi data adalah sebesar 45 orang, dengan rincian seperti pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3. Berkaitan dengan responden yang sudah menempuh pendidikan profesi setingkat insinyur, persyaratan utama adalah responden harus sudah lulus program setingkat S1 atau D4.

**Tabel 1.** Sampel berdasar jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan	Persentase
Kontraktor	33,3
Konsultan (MK, K3, sipil dan MEP)	17,8
Drafter	11,1
Akademisi	13,3
PNS/BUMN	24,4

Sumber: Data Olahan (2021)

**Tabel 2.** Sampel berdasar pendidikan

Jenis pendidikan	Persentase
Setingkat S3	3,2
Setingkat S2	20,0
Setingkat S1 dan/atau D4	68,9
Setingkat D1/D2/D3	5,1
Setingkat SMA	2,8

Sumber: Data Olahan (2021)

**Tabel 3.** Sampel berdasar kelompok umur

Kelompok umum (tahun)	Persentase
20 – 30	44,4
30 – 40	31,1
40 – 50	13,3
Di atas 50	11,1

Sumber: Data Olahan (2021)

Instrumen penelitian adalah berupa angket atau kuesioner, baik berbentuk fisik ataupun non-fisik. Instrumen berbentuk fisik adalah instrumen berbasis kertas yang diedarkan secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam industri AEC. Sedangkan instrumen non-fisik adalah instrumen yang dibuat melalui aplikasi digital, seperti *google-form*.

Variabel penelitian dikelompokkan menjadi 7 kelompok variabel, yaitu tingkat penguasaan BIM, jenis software BIM yang digunakan, elemen bangunan yang dibuat menggunakan BIM, proyek yang dibuat menggunakan BIM, alasan penggunaan BIM, permasalahan penggunaan BIM, dan harapan penggunaan BIM.

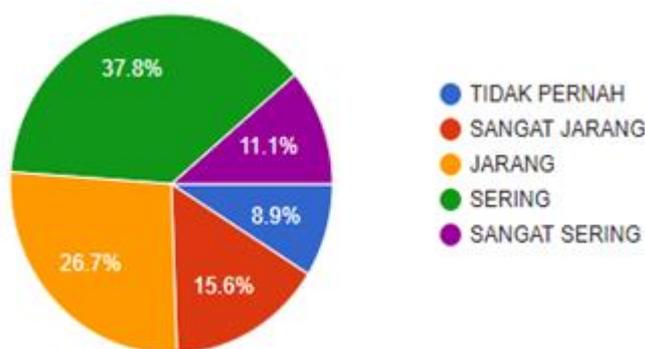
Teknik pengumpulan data berhubungan dengan sumber data. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik kuesioner dan wawancara. Teknik wawancara dilakukan untuk mempertajam hasil analisis data. Teknik Wawancara dilakukan secara random terhadap sampel yang mengisi kuesioner.

Teknik analisis data deskriptif yang dipakai adalah dengan 9 membandingkan masing-masing item data yang dikumpulkan terhadap total item yang didapat. Selanjutnya hasil perbandingan item data ini diubah dengan menggunakan ukuran-ukuran tendensi sentral, seperti teknik persentase, mean, median, modus, standar deviasi dan lain-lain. Teknik analisis data deskriptif ini digunakan untuk data yang menggunakan teknik pengumpulan data observasi, kuesioner dan wawancara.

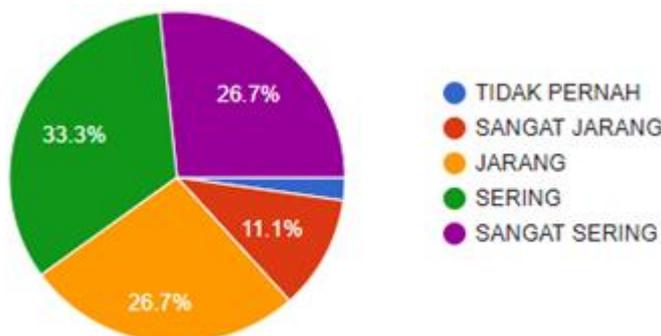
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat penggunaan BIM dibedakan menjadi 6 tingkat, meliputi desain konseptual (3D), detail konstruksi (denah, potongan dan tampak), perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) (4D), pembuatan jadwal konstruksi (5D), analisis energi (6D) dan manajemen infrastruktur serta fasilitas bangunan (7D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penggunaan BIM untuk seluruh level penggunaan BIM masih sangat rendah, yaitu dalam kategori tidak pernah dan sangat jarang. Profil tingkat penggunaan BIM untuk masing-masing kategori terlihat pada gambar 1 sampai dengan gambar 6.

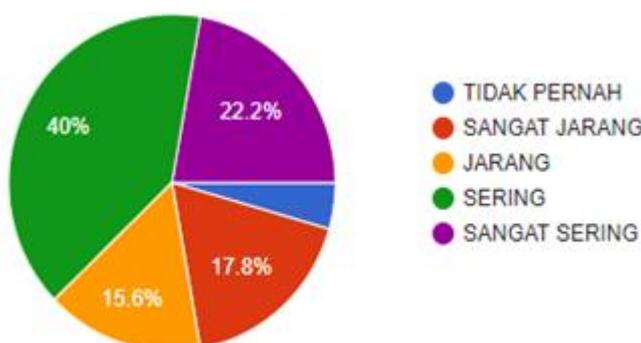
Meskipun tingkat penggunaan BIM masih dalam kategori sangat rendah, masih ada responden yang menggunakan software BIM dalam penyelesaian desain proyeknya. Adapun software berbasis BIM yang sering digunakan oleh responden adalah Archicad, Revit, Tekla, Civil 3D dan Bentley. Tabel 4 memperlihatkan rasio responden yang menggunakan software berbasis BIM.



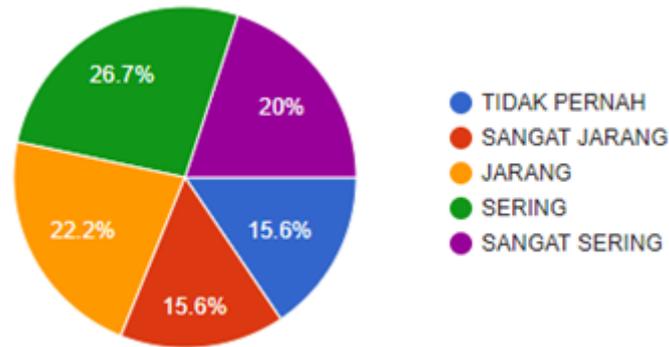
Gambar 1. Rasio tingkat penggunaan BIM: Desain konseptual (3D)



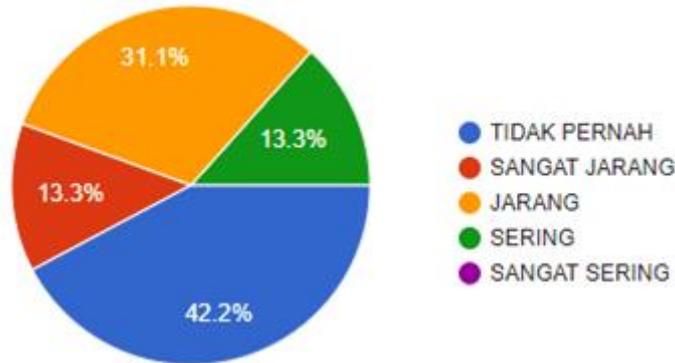
Gambar 2. Rasio tingkat penggunaan BIM: detail konstruksi (denah, potongan dan tampak)



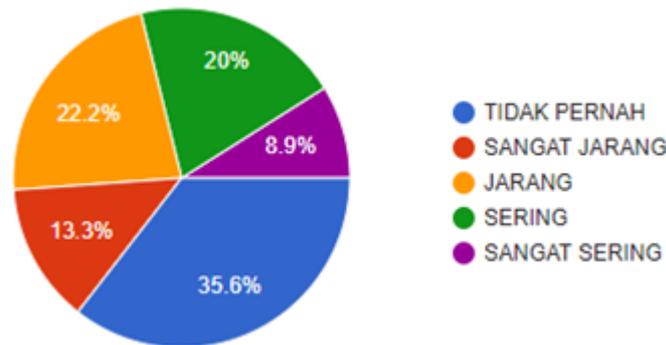
Gambar 3. Rasio tingkat penggunaan BIM: Perhitungan RAB (4D)



Gambar 4. Rasio tingkat penggunaan BIM: pembuatan jadwal konstruksi (5D)



Gambar 5. Rasio tingkat penggunaan BIM: Analisis energi (6D)



Gambar 6. Rasio tingkat penggunaan BIM: Manajemen infrastruktur dan fasilitas bangunan (7D)

Tabel 4. Software yang digunakan

Software	Intensitas (%)				
	TP	SJ	J	S	SS
Archicad	55.6	13.3	17.8	7.2	6.1
Revit	44.4	13.3	31.1	11.1	0.1
Tekla	40.0	11.1	20.0	20.0	8.9
Civil 3D	40.0	11.1	20.0	29	8,9
Bentley	73.3	5.6	13.3	4.2	3.6

Sumber: Data Olahan (2021)

Tabel 5. Elemen bangunan yang dibuat menggunakan BIM

Item elemen bangunan	Intensitas (%)				
	TP	SJ	J	S	SS
Komponen arsitektural	11.1	15.6	15.6	46.7	11.1
Struktural (kolom, balok, plat/slab, pondasi)	9,65	5,95	13.3	48.9	22.2
Double skin facade	26.7	13.3	42.2	6.7	11.1
MEP (Mechanical, electrical and electrical)	28.8	11.3	24.4	24.4	11.1

Sumber: Data Olahan (2021)

**Tabel 6.** Proyek yang sering dibuat menggunakan BIM

Item proyek	Intensitas (%)				
	TP	SJ	J	S	SS
Residential	42.2	8.9	35.6	11.1	2.2
Bangunan <i>mid-risk</i> (5 s.d. 10 lantai)	44.4	7.6	28.9	13.3	5.8
Bangunan <i>high-risk</i>	46.7	11.1	28.9	9.3	4.0
Bangunan <i>mixed use</i>	40.0	17.8	20.0	13.3	8.9
Infrastruktur sarana dan prasarana	17.8	8.9	22.2	33.3	17.8
Bangunan industri	33.3	11.1	26.7	11.1	17.8
Bangunan public	24.4	4.5	26.7	31.1	13.3

Sumber: Data Olahan (2021)

## Pembahasan

BIM merupakan salah satu lompatan besar dalam industri *Architecture, Engineering and Construction (AEC)* setelah sebelumnya menggunakan teknologi menggambar berbantuan komputer (*Computer Aided Design/CAD*). BIM adalah pengembangan dan penggunaan data software computer, bukan hanya untuk mendokumentasikan desain bangunan, tetapi juga untuk mensimulasikan konstruksi dan penggunaan dari fasilitas baru dan yang diperbaharui (Administration, 2009). Proses BIM menghasilkan model informasi bangunan yang memiliki karakteristik berupa komponen bangunan (elemen) beserta dengan data perilaku yang dapat dihitung dan bersifat konsisten serta tidak tereduksi sehingga informasi-informasi bangunan tersebut menjadi lebih terkoordinasi. BIM adalah representasi digital dari karakteristik bangunan secara fisik dan fungsional yang berfungsi sebagai sumber pengetahuan tentang informasi bangunan yang membentuk dasar pengambilan keputusan yang dapat dipercaya dari proses rancang bangun tersebut selama masa hidup bangunan (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). Berdasarkan beberapa definisi BIM tersebut, BIM merupakan alat sekaligus proses yang tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya, yaitu dari proses perencanaan sampai masa bangunan tersebut “dihancurkan”.

Aplikasi BIM memiliki dasar pada aplikasi CAD, yaitu menghasilkan data digital atau file. Akan tetapi, aplikasi BIM ini lebih dari sekedar mengoperasikan CAD. Proses BIM bisa dikatakan merupakan kebalikan dari proses desain dan dokumentasi dengan menggunakan CAD. Sebelumnya, sistem CAD lama hanya menghasilkan data geometri yang berdasarkan vektor yang diasosiasikan dengan jenis garis dalam bentuk layer. Sedangkan pada proses BIM tergantung kepada model parameter (*parametric modeling*) untuk menghasilkan informasi 4 proyek yang terkoordinasi, konsisten dan dapat dihitung (Borrman, Konig, Koch, & Beetz, 2015).

Dalam parametrik modeling ini menghasilkan parameter-parameter dengan beberapa kriteria seperti: a) Geometri mengandung data dan properti yang saling berkaitan; b) geometri terintegrasi dan terinformasikan secara konsisten pada semua arah pandangan (*view*); c) geometri akan tersesuaikan secara otomatis saat diinterkoneksi atau dimasukkan dengan elemen lain yang saling terkait; d) properti memiliki perubahan nilai yang konsisten di segala tingkatan sub-element; e) properti elemen dapat mendeteksi konflik jika terjadi perubahan properti elemen padanya atau yang saling terkait; dan f) properti elemen dapat dihubungkan (*link*) atau diekstrak untuk analisis lebih lanjut dan komplek menggunakan aplikasi yang sama atau berbeda. BIM juga lebih dari sekedar pemodelan 2 dimensi dan 3 dimensi pada metode CAD. Beberapa perbedaan mendasar antara pemodelan 2 dimensi CAD, 3 dimensi CAD dan BIM adalah seperti terlihat pada Tabel 7.

BIM berfungsi seperti proses kerja arsitek serta engineer dalam mendesain bangunan dan memuat metode konstruksinya. Tahapan desain ini merupakan proses bolak balik setiap saat (iterasi). BIM juga memiliki kemampuan untuk memasukkan data secara simultan mencakup semua elemen dari tahap desain konseptual hingga konstruksi akhir. Dalam konteks ini, jika terjadi perubahan yang terjadi di tahap awal pada sebuah elemen juga akan berpengaruh pada tahap berikutnya.

BIM mengintegrasikan gambar 3D dan animasi 4D untuk secara dramatis untuk meningkatkan komunikasi, koordinasi, dan perencanaan proyek konstruksi, sekaligus mengurangi risiko, kesalahan, dan biaya. BIM adalah sumber daya mendalam yang menunjukkan kepada arsitek dan profesional bangunan bagaimana memanfaatkan konsep, alat, dan teknik BIM untuk proyek bangunan mereka sendiri. Penjelasan mendalam tentang konsep, alat, dan teknik BIM.

**Tabel 7.** Perbandingan konsep pemodelan

	<b>2D CAD</b>	<b>3D CAD</b>	<b>BIM</b>
File yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek	Lebih dari 1 file	Lebih dari 1 file	1 file
Ukuran file	Kecil	Sedang	Besar
Standar anotasi gambar kerja	Manual	Tidak ada	Otomatis
Perhitunagn data non-grafis	Manual	Tidak ada	Otomatis
Visualisasi desain	Tidak ada	Ya	Ya
Perilaku arsitektural	Tidak ada	Tidak ada	Ya
Pemahaman spasial	Tidak ada	Ya	Ya
Dokumentasi proyek	Manual dan relatif mudah	Manual dan sulit	Otomatis
Tingkat kesulitan dalam pelatihan/ <i>training</i>	Mudah	Sedang	Sulit

Sumber: Data Olahan (2021)

Panduan penerapan BIM ke bangunan baru dan retrofit proyek konstruksi. Lebih dari 200 foto, bagan, diagram, dan detail BIM mengintegrasikan gambar 3D dan animasi 4D untuk secara dramatis meningkatkan komunikasi, koordinasi, dan perencanaan proyek konstruksi, sekaligus mengurangi risiko, kesalahan, dan biaya. Building Information Modeling adalah sumber daya mendalam yang menunjukkan kepada arsitek dan profesional bangunan bagaimana memanfaatkan konsep, alat, dan teknik BIM untuk proyek bangunan mereka sendiri. Penjelasan mendalam tentang konsep, alat, dan teknik BIM. Panduan penerapan BIM ke bangunan baru dan proyek konstruksi retrofit. Lebih dari 200 foto, bagan, diagram, dan detail proses studi kasus BIM secara terperinci. Model yang dihasilkan dari BIM digunakan untuk analisis dan desain bangunan dan infrastruktur lainnya. Kemampuan untuk mengintegrasikan data jadwal dan biaya dengan proses analisis dan desain membuat BIM menjadi alat yang sangat berguna. Penggunaan BIM diperiksa sebagai kerangka kerja untuk desain struktural; dalam estimasi biaya; dalam sistem siber-fisik adaptif; dalam pemantauan kemajuan konstruksi dan manajemen proyek; dalam pengiriman proyek bangunan hijau; dalam komisioning dan manajemen fasilitas; dalam konstruksi militer; dalam penilaian model; dan dalam integrasi dengan *augmented reality*. Insinyur, arsitek, kontraktor, pemilik gedung, manajer fasilitas, serta peneliti, akan menganggap publikasi ini sebagai sumber yang berharga (Nawari, 2018). *Building Information Modeling: Framework for Structural Design* menguraikan salah satu perkembangan baru yang paling menjanjikan dalam arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC).

BIM adalah teknologi manajemen dan analisis informasi yang mengubah peran komputasi dalam industri arsitektur dan rekayasa. Proses inovatif membangun basis data yang mengumpulkan semua objek yang diperlukan untuk membangun struktur tertentu. Alih-alih menggunakan komputer untuk menghasilkan serangkaian gambar yang bersama-sama menggambarkan bangunan, BIM membuat satu ilustrasi yang mewakili bangunan secara keseluruhan. Buku ini menyoroti teknologi BIM dan menjelaskan bagaimana mendefinisikan ulang analisis struktural dan desain struktur bangunan (Krygiel & Nies, 2008).

Standardisasi adalah proses penerapan dan pengembangan standar teknis berdasarkan konsensus berbagai pihak yang mencakup perusahaan, pengguna, kelompok kepentingan, organisasi standar, dan pemerintah (Xie, Hall, McCarthy, Skitmore, & Shen, 2016). Standardisasi dapat membantu memaksimalkan kompatibilitas, interoperabilitas, keamanan, pengulangan, atau kualitas, baik dalam ilmu-ilmu sosial termasuk dalam bidang ekonomi (Blind, 2004). Sebagai suatu proses penerapan dan pengembangan standar teknis tersebut, standardisasi memegang peranan penting dalam rangkaian kerja, yang dimulai dari proses perencanaan, proses produksi sampai dengan pasca produksi. Dari dua pernyataan tersebut bisa disimpulkan bahwa standardisasi produk merupakan bench mark minimal yang harus dipenuhi dalam sebuah proses produksi. Standardisasi ini juga meliputi proses kerja dalam proses produksi itu sendiri sampai dengan pasca produksinya. Dalam konteks BIM, standardisasi memegang peranan penting yang bersifat global. British Standards adalah lembaga yang berusaha mengimplementasikan standardisasi BIM tersebut. Produk yang dihasilkan oleh British Standards yang berkaitan dengan BIM adalah ISO 19560–2020. Di Indonesia, standardisasi dilakukan oleh Badan Nasional Standardisasi Indonesia. Badan ini merumuskan berbagai standar atau kode yang berlaku secara umum dan bersifat teknis. Produk standardisasi ini disusun dalam format Standar Nasional Indonesia, disingkat SNI.

Sertifikasi adalah pengesahan formal atau konfirmasi karakteristik tertentu dari suatu objek, orang, atau organisasi. Sedangkan definisi tentang tes sertifikasi yang diberikan oleh *U.S. National Council on Measurement in Education*, tes sertifikasi adalah tes yang bersifat kredensial dan digunakan untuk menentukan kecukupan pengetahuan seseorang dalam bidang pekerjaan tertentu, sehingga individu tersebut bisa diberi label "kompeten untuk berlatih" di bidang itu (Glossary1). Kompetensi didefinisikan sebagai serangkaian pengetahuan, kemampuan, keterampilan, pengalaman dan perilaku, yang mengarah pada kinerja yang efektif dari aktivitas individu. Kompetensi dapat diukur dan dapat dikembangkan melalui pelatihan. Itu juga dapat dipecah menjadi kriteria yang lebih kecil (Maaleki, 2019). Tingkat kematangan kompetensi dalam adopsi BIM ini terdiri dari 3 (tiga) level, yaitu level 0, level 1 dan level 2.

Tingkat pengembangan BIM dikenal sebagai Level of Detail atau Level of Development (LoD) (Architect, 2013). Enam tingkat LoD yang dikenal dalam BIM dikenal sebagai LoD 100, LoD 200, LoD 300, LoD 350, LoD 400 dan LoD 500. Perbedaan gambaran dari masing-masing LoD terlihat seperti pada tabel 8. Tingkat kematangan level 0 diindikasikan bahwa penyelenggaraan konstruksi belum menggunakan teknologi BIM. Tingkat kematangan ini hanya berupa produk desain dalam bentuk 2 dimensi yang tidak terorganisir meskipun sudah menggunakan teknologi CAD (*unmanaged 2D CAD design*). Tingkat kematangan level 1 merupakan kombinasi campuran antara teknologi 2 dimensi dan 3 dimensi yang berbasis dalam file-file yang saling terintegrasi (*mixed 2D and 3D file-based design*). Sedangkan tingkat kematangan level 2 merupakan integrasi antara 2 dimensi dan 3 dimensi dalam lingkungan data dan model gabungan (*mixed 2d dan 3d with a common data environment and federated model*). Penggunaan BIM merupakan bukan sekedar pemodelan desain dalam bentuk format 2 dimensi. Penggunaan BIM mencakup sampai 8D, yaitu pemodelan (*modelling/3D*), penjadwalan (*scheduling/4D*), pembiayaan (*cost/5D*), desain berkelanjutan (*sustainability/6D*), manajemen infrastruktur (*facility management/7D*) dan aspek keamanan (*safety/8D*).

**Tabel 8.** Perbandingan konsep pemodelan

LoD	Deskripsi	Fase
<b>LoD 100</b>	Elemen model dapat direpresentasikan dengan geometri dasar, simbol, atau representasi generik lainnya	Desain skematik
<b>LoD 200</b>	Elemen model direpresentasikan sebagai sistem generik, objek, atau assembly yang menunjukkan perkiraan jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi	Pengembangan desain, gambar desain
<b>LoD 300</b>	Elemen model direpresentasikan sebagai sistem spesifik, objek atau perakitan (assembly) dalam hal jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, dan orientasi	DED, dokumen konstruksi
<b>LoD 350</b>	Elemen model direpresentasikan sebagai sistem spesifik, objek, atau assembly dalam hal jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, orientasi, dan interface sistem lainnya	Dokumen penawaran dan pengadaan, sub-kontraktor dan sub-konsultan
<b>LoD 400</b>	Elemen model sudah lengkap dengan informasi detail, pabrikasi, assembly, dan instalasi	Fase konstruksi, fase pabrikasi
<b>LoD 500</b>	Model terbangun (as-built model), sesuai dengan kondisi lapangan setelah dibangun	Fase operasional dan perawatan

Sumber: Data Olahan (2021)

## SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan dan implementasi BIM di Indonesia masih tergolong sangat rendah yang ditandai dengan penguasaan software computer untuk mendukung pelaksanaan proyek berbasis BIM. Hal ini merupakan kendala sekaligus tantangan di masa depan, mengingat pengembangan BIM di Indonesia membutuhkan tenaga-tenaga ahli, di mana saat ini masih didominasi oleh tenaga kerja yang belum kompeten di bidang BIM. Kendala terbesar ke depan dalam pengembangan BIM di Indonesia juga meliputi standarisasi dan sertifikasi yang masih dipandang sebagai aspek biaya ekonomi tinggi (sangat mahal). Hal ini harus dipecahkan oleh berbagai stake holder yang berkepentingan di dalam implelementasi BIM di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Administration, U. G. (2009). *GSA Building Information Modeling Guide Series 01 - Overview*. U.S. General Services Administration.
- Architect, A. I. (2013). *Guide, Instruction, and Commentary to teh 2013 AIA Digital Practice Documents*. American Institur of Architect.
- Blind, K. (2004). *The economic of standards*.
- Borrman, A., Konig, M., Koch, C., & Beetz, J. (2015). *Building Information Modeling - Technology Foundation and Industry Practuce*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hooboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Glossary1*. (n.d.). Advanced Solutions International, Inc. Diakses tanggal 01 Februari 2021
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Maaleki, A. (2019). *The Arzesh Competency Model*. Germany: Lambert Academy Publishing.
- Nawari, N. (2018). *Buidling Information Modeling - Automated Code Checking and Compliance Processes*. Boca Raton: CRC Press.
- Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2021 tentang Pelaksanaan UU No. 28 tahun 2002
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 9 tahun 2021 tentang Pedoman Pembangunan Berkelanjutan

Xie, Z., Hall, J., McCarthy, I., Skitmore, M., & Shen, L. (2016). Standardization efforts: The relationship between knowledge dimension, search processes and innovation outcomes. *Technovation, Innovation and Standardization*, 69-78.

Undang Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung