

## **KAJIAN TINGKAT IMPLEMENTASI DAN HAMBATAN PENGGUNAAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)**

**Candra Christianti Purnomo<sup>1</sup>, Lolom E. Hutabarat<sup>2</sup>, Ruth Putri Wina Gultom<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta

<sup>1</sup>Email: *candra.christianti@uki.ac.id*

<sup>2</sup>Email: *lolom.hutabarat@uki.ac.id*

<sup>3</sup>Email: *ruth.gultom@uki.ac.id*

Masuk: 10-12-2022, revisi: 15-12-2022, diterima untuk diterbitkan: 09-01-2022

---

### **ABSTRAK**

Building Information Modeling (BIM) sangat penting untuk sektor konstruksi, terutama di Indonesia, karena dapat menyederhanakan tugas yang rumit, meningkatkan keterlibatan pemangku kepentingan, dan meningkatkan hasil secara keseluruhan. Implementasi BIM baru dilakukan di perusahaan kontraktor milik negara pada tahap adopsi dan digitalisasi pada tahun 2017. Singapura bahkan sejak 2015 telah mengembangkan serta mengintegrasikan BIM ke dalam proyek konstruksi, yang mengarah pada adopsi teknologi secara luas. Percepatan implementasi BIM di industri jasa konstruksi Indonesia didorong oleh sejumlah faktor, termasuk kesiapan sumber daya manusia dengan teknologi, preferensi yang sulit diubah terhadap sistem lama (dianggap lebih mudah dikelola dan kurang berisiko), peralatan yang kurang memadai, serta kurangnya motivasi pribadi. Untuk mengoptimalkan penggunaan Sistem Informasi pada Sektor Konstruksi setiap unsur perencana yang meliputi bidang arsitektur, teknik sipil, dan teknik elektro harus mengirimkan desain bangunan secara spesifik menggunakan BIM. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kolaborasi serta untuk lebih mampu bersaing di dunia global yang sangat ketat dalam hal alur kerja. Sangat penting bagi industri jasa konstruksi Indonesia untuk mengadopsi BIM, menetapkan pedoman penerapan BIM, dan mendorong kerja sama di seluruh industri. Membangun sistem implementasi BIM di perusahaan tidaklah mudah karena dapat memakan waktu antara satu hingga dua tahun untuk sosialisasi serta mengubah cara dan ritme kerja dengan menggunakan BIM. Selain itu biaya investasi yang tinggi terkait dengan spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang diperlukan (dalam bentuk workstation) juga menjadi kendala tersendiri. Masih sangat terbatasnya tenaga ahli yang sudah terbiasa menggunakan BIM disebabkan karena industri jasa konstruksi belum dapat memberikan pelatihan "BIM Workflow" secara merata ke semua level perencana konstruksi. Metode kualitatif digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur tingkat implementasi (LoD) BIM di Indonesia.

**Kata kunci:** Implementasi BIM, adopsi BIM, teori BIM, industri jasa konstruksi

### **ABSTRACT**

*Building Information Modeling (BIM) is essential for the construction sector, especially in Indonesia, because it simplifies challenging tasks, boosts stakeholder participation, and improves overall results. Only state-owned contracting businesses were involved in BIM implementation's adoption and digitization phase in 2017. Since 2015, Singapore has developed and integrated BIM into construction projects, resulting in widespread technology usage. Human resource readiness with technology, preferences for the old system (considered easier to manage and less dangerous), malfunctioning equipment, and a lack of personal motivation are among the factors driving the acceleration of BIM adoption in the Indonesian construction services industry. In optimizing information technologies in the construction sector, each planning element must submit building plans using BIM, including architecture, civil engineering, and electrical engineering. It seeks to boost productivity and collaboration to compete globally with constricted workflows. It is crucial that the Indonesian construction services industry adopt BIM, define implementation standards for BIM, and foster industry cooperation. Building a BIM implementation system in a corporation is challenging since socializing and altering the method and rhythm of work using BIM could take up to two years. In addition, the high investment costs connected with the required software and hardware standards (in the form of workstations) provide an additional obstacle. Due to the inability of the building service business to deliver "BIM Workflow" training to all levels of construction planners, the number of experts familiar with BIM remains relatively low. This study employed qualitative methods to evaluate the implementation (LoD) level of BIM in Indonesia.*

**Keywords:** BIM implementation, BIM adoption, BIM theory, construction service industry

## **1. PENDAHULUAN**

Building Information Modeling (BIM) merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan karakter fungsional dari suatu bangunan (BIM PUPR). BIM adalah teknologi yang disertakan dalam AEC (Architecture, Engineering, dan Construction) yang dapat memodelkan, merencanakan dan mengoperasikan bangunan secara digital (Agirachman et al., 2018). BIM sebagai teknologi yang sedang berkembang, implementasinya diharapkan dapat meningkatkan kinerja dalam proses konstruksi sepanjang siklus hidup fasilitas bangunan yang ada. Di awal perencanaan kota, perencanaan/spesifikasi siklus hidup berbasis BIM sangat penting untuk kualitas data as-built karena dapat memastikan proses konstruksi yang dilaksanakan mengacu kepada pembangunan berkelanjutan terutama dalam hal biaya dan waktu (UTIOME et al., 2014).

Cara konvensional yang digunakan di bidang konstruksi sudah lama ditinggalkan karena perkembangan zaman dan perkembangan teknologi di era digital dalam bidang konstruksi sangat menarik diikuti. Publikasi penggunaan BIM di industri konstruksi Indonesia tercatat pada tahun 2013 yang menjelaskan pengalaman penerapan BIM di beberapa proyek konstruksi di Indonesia (Sidjabat, 2013). Jelas bahwa Indonesia tertinggal dari negara lainnya. Amerika Serikat (AS) yang pertama kali mengimplementasikan BIM secara nasional, dengan memulai program BIM 3D-4D pada tahun 2003 (Wong et al., 2010). Sejumlah besar perusahaan konstruksi di AS menggunakan BIM pada tahun 2009. Selain itu banyak negara di Eropa, termasuk Finlandia dan Denmark, telah mengadopsi BIM pada saat yang sama. Penelitian BIM juga dilakukan secara paralel oleh Helsinki University of Technology dan Tampere University of Technology di Finlandia untuk tujuan pendidikan. Untuk wilayah Asia, Singapura diakui secara luas sebagai pelopor dalam penerapan dan penerapan BIM secara luas di seluruh sektor publik. Pada tahun 1995, pemerintah Singapura meluncurkan Jaringan Konstruksi dan Real Estat (CORENET), yang bertanggung jawab untuk memulai pengembangan dan penerapan BIM di negara tersebut. Building Construction Authority (BCA) ditargetkan mencapai 80% penggunaan BIM pada industri konstruksi di tahun 2015, sehingga produktivitas meningkat 25%. Biro Pengembangan Hong Kong mengadopsi BIM pada tahun 2007 dan memasukkannya ke dalam standar CAD yang sebelumnya digunakan untuk Proyek Pekerjaan. Berdasarkan perkembangan tersebut sangat diperlukan penelitian secara berkelanjutan tentang penggunaan Building Information Modeling (BIM) di Indonesia.

Banyak keuntungan yang akan didapat untuk dunia konstruksi dan mempermudah pekerjaan para pekerja konstruksi dengan menggunakan teknologi canggih dan berkembang. Secara tidak langsung di era pandemik akibat Covid-19, penggunaan BIM untuk proyek konstruksi sangat diperlukan dan memberikan banyak kesempatan untuk para generasi muda terutama mahasiswa dibidang engineering dalam menerapkan BIM dalam study maupun pekerjaannya nanti. Pelatihan implementasi BIM di tingkat perguruan tinggi di Indonesia sangat dibutuhkan untuk mengimbangi kebutuhan industri konstruksi pada Revolusi Industri Keempat. Cara terbaik untuk belajar BIM adalah jika digabungkan ke dalam beberapa mata kuliah yang ada. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Bandung menyatakan bahwa banyak peserta lulusan baru yang mengikuti ujian sertifikasi akhirnya lulus. Hal ini menunjukkan adanya tren yang positif dengan pembelajaran BIM secara terintegrasi di perguruan tinggi (Setiawan, 2022).

Cakupan penggunaan BIM yang semakin luas tidak memungkinkan untuk mengklasifikasikannya secara optimal di Indonesia. Di Indonesia, aplikasi utama BIM adalah untuk mengatasi masalah pengurangan waktu, uang, dan tenaga yang dibutuhkan

untuk penyelesaian proyek konstruksi (Pantiga & Soekiman, 2021). Hanya saja banyak level manajer yang justru memiliki masalah dalam menggunakan BIM untuk mempercepat proses pekerjaan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan perusahaan. Hal ini akan berdampak luas pada struktur organisasi serta proses informasi yang ada saat ini. Untuk dapat memanfaatkan teknologi secara maksimal sangat penting untuk dapat menyelaraskan sistem informasi dan struktur organisasi sehingga dapat melayani permintaan informasi di setiap level pekerja dengan tepat dan cepat (Enegbuma & Ali, 2011). Berbagai kendala akan dihadapi dalam mengimplementasikan sistem informasi karena secara langsung dan tidak langsung dapat mempengaruhi struktur organisasi, politik, budaya kerja, serta ritme kerja.

Beberapa penelitian terkait faktor penghambat dalam implementasi BIM telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Chen et al., 2022; Gustian et al., 2022; Leśniak et al., 2021; Rizky Hutama & Sekarsari, 2019; Utomo & Rohman, 2019). Adopsi BIM secara luas dapat dikaitkan dengan fakta bahwa banyak negara telah mengembangkan metode implementasi untuk penggunaan BIM dalam proyek konstruksi. Adopsi teknologi BIM di Indonesia bisa dibilang lamban jika dibandingkan dengan negara-negara tersebut. Untuk mengejar ketertinggalan, Kementerian PUPR (Penanggung Jawab Pembangunan Gedung) Indonesia merilis Peta Jalan Konstruksi Digital Indonesia 2017-2024 pada tahun 2017. Peta jalan tersebut terdiri dari empat fase: "Adopsi", "Digitalisasi", "Kolaborasi", dan "Integrasi". (Heryanto et al., 2020). Ada sejumlah kecil proyek infrastruktur PUPR yang telah diprioritaskan pada tahap Adopsi Roadmap sejauh ini (Heryanto et al., 2020; Pantiga & Soekiman, 2021).

Meningkatnya kompleksitas koordinasi dan kolaborasi antara disiplin ilmu dan integrasi sistem selama proses pembangunan gedung yang panjang menghadirkan banyak tantangan yang dapat dikurangi dengan penggunaan BIM. (Nurjaman, 2019). Sejak diperkenalkan pada tahun 1992, istilah *Building Information Modeling* (BIM) telah digunakan oleh banyak perusahaan perangkat lunak dengan berbagai nama. Berikut adalah beberapa contoh bagaimana BIM didefinisikan:

a) **SIBIMA**

Detail fisik dan operasional bangunan direpresentasikan secara digital dalam model BIM. Ini mencakup semua yang perlu diketahui tentang komponen bangunan sejak pertama kali dapat dibayangkan hingga saat diruntuhkan

b) *Autodesk*

*Building Information Modeling* (BIM) adalah proses holistik dalam membuat dan mengelola informasi untuk aset yang dibangun. Berdasarkan model cerdas dan diaktifkan oleh platform cloud, BIM mengintegrasikan data multidisiplin terstruktur untuk menghasilkan representasi digital aset di seluruh siklus hidupnya, mulai dari perencanaan dan desain hingga konstruksi dan pengoperasian

c) **NBS**

*Building Information Modeling* (BIM) adalah metode untuk mengatur data sepanjang umur proyek konstruksi. Deskripsi digital komprehensif dari aset yang dibangun dihasilkan dalam metode ini, memanfaatkan teknologi yang paling tepat. Kombinasi model 3D yang kaya informasi dan data terstruktur terkait, seperti detail produk, eksekusi, dan serah terima, semuanya dapat dilakukan dalam hal deskripsi digital.

Dukungan pemerintah dan peraturan terkait untuk mendorong dan mewajibkan pihak-pihak untuk menerapkan BIM sangat dibutuhkan di Indonesia, seperti halnya di negara-negara maju lainnya. BIM juga memerlukan investasi yang luas dalam menciptakan peraturan dan pedoman. Faktor penghambat implementasi BIM di Indonesia sendiri seperti,

kurangnya kemampuan sumber daya manusia yang yang memahami mengenai BIM, kebiasaan sistem lama yang dianggap lebih mudah dan beresiko rendah, perangkat yang kurang memadai dan motivasi yang kurang.

Penggunaan perangkat lunak *Building Information Modelling* (BIM) saat ini sudah cukup meluas serta digunakan sebagai standar industri. Peraturan Menteri PUPR Nomor: 22/PRT/M/2018 menjabarkan kebijakan pelaksanaan BIM pada ruang lingkup Kementerian PUPR mengamanatkan bahwa untuk perencanaan bangunan Gedung Negara tidak sederhana yang memenuhi spesifikasi luas di atas 2.000m<sup>2</sup> dan di atas 2 lantai wajib menggunakan BIM. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa teknologi BIM belum sepenuhnya dikaji dan dipelajari penerapannya dalam pembangunan infrastruktur sipil seperti jalan, jembatan, terowongan, dan jenis konstruksi non-vertikal lainnya. Meskipun industri PUPR secara keseluruhan harus mendapat untung dari penerapan semua infrastruktur BIM, itu akan terjadi. Berbagai manfaat Implementasi penggunaan BIM di Indonesia seperti (1) dapat membantu dalam membuat keputusan yang baik selama fase desain atau perencanaan; (2) dapat mendeteksi kesalahan sejak dini sehingga dapat mencegahnya; (3) dapat memastikan dan mengurangi deteksi bentrokan; (4) lebih akurat dalam dokumentasi; (5) dapat meningkatkan permintaan klien; (6) dapat meningkatkan pemahaman kegiatan dari konstruksi; (7) dapat menyempurnakan atau menambah ide desain; (8) membantu dan mempermudah dalam komunikasi; (9) dalam mengurangi durasi proyek; (10) memiliki efisiensi waktu.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk *Level of Deployment* (LoD) atau tingkat penggunaan BIM pada sektor konstruksi di Indonesia didasarkan pada hirarki organisasi pada sector konstruksi tersebut. BIM, atau pemodelan informasi bangunan, adalah metode yang digunakan untuk membuat dan mengelola informasi tentang proyek konstruksi setiap tahapan siklus suatu proyek. Sebagai bagian dari prosedur ini, deskripsi digital yang terkoordinasi dari setiap komponen diproduksi dengan menggunakan aplikasi yang tepat dan terintegrasi. Ini dilakukan sebagai bagian dari keseluruhan proses. Deskripsi digital ini terdiri dari kombinasi model 3D yang tersimpan sebagai data terstruktur dan saling terkait, seperti informasi produk, pelaksanaannya, dan serah terimanya.

### 2.1. Level BIM

Terdapat 2 komponen utama dalam implementasi BIM di suatu proyek yaitu BIM Engineer dan BIM Modeler yang dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat atau level sebagai berikut:

Tabel 1. Level Penggunaan BIM pada sektor konstruksi

Level BIM	Kemampuan
Level-0	Mampu membuat desain 2D bergaya Autocad secara individual.
Level-1	Alat visualisasi seperti Google Sketchup dan 3ds Max memungkinkan pengguna BIM untuk memodelkan gambar dalam 3D.
Level-2	Sebagai bagian dari proses desain bangunan, pengguna BIM membuat visual 3D dan memperkirakan waktu dan uang yang dihabiskan.
Level-3	Pada tahap inilah BIM dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi kerjasama lintas disiplin ilmu (arsitektur-sipil-elektrikal-mekanikal)

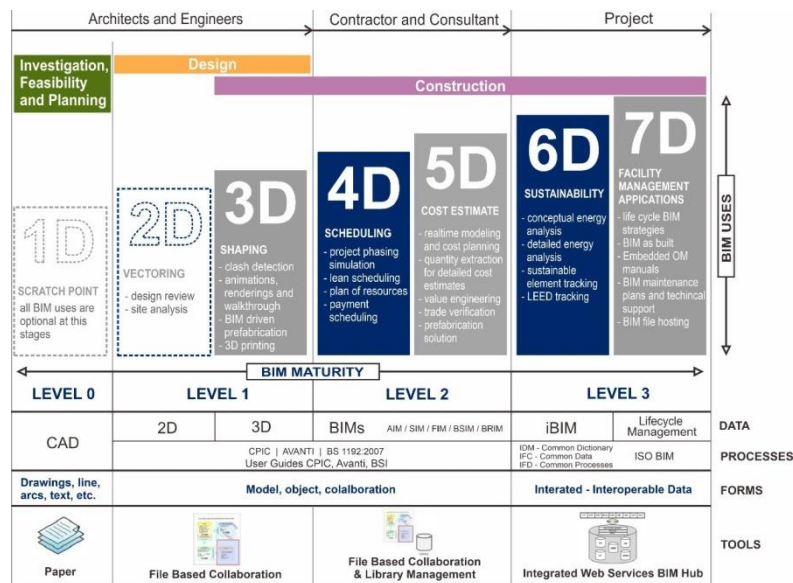
## 2.2. Dimensi BIM

Adapun dimensi BIM yang digunakan terlihat pada Tabel 2,

Tabel 2. Level Penggunaan BIM pada sektor konstruksi

Jenis BIM	Fungsi
BIM 3D	Yang dimaksud dengan "BIM 3D" adalah model bangunan yang menyertakan parameter informasi, komponen yang lebih detail, dan kemungkinan digabungkan dengan banyak platform untuk ditingkatkan ke dimensi berikutnya (pemodelan).
BIM 4D	Bisa dikolaborasikan dengan data jadwal kerja
BIM 5D	Quantity Take Off terkait dengan estimasi biaya yang mencakup kuantitas dan harga satuan yang dapat dikolaborasikan
BIM 6D	Analisis data energi pada suatu bangunan berkelanjutan (building sustainability) yang dapat dikolaborasikan
BIM 7D	Data pemeliharaan bangunan (facility management application) yang biasa digunakan ketika bangunan sudah masuk masa operasional dan perawatan yang dapat dikolaborasikan

Secara berurutan prinsip kerja dari penggunaan BIM sesuai dimensinya dapat dilihat pada Gambar 1.



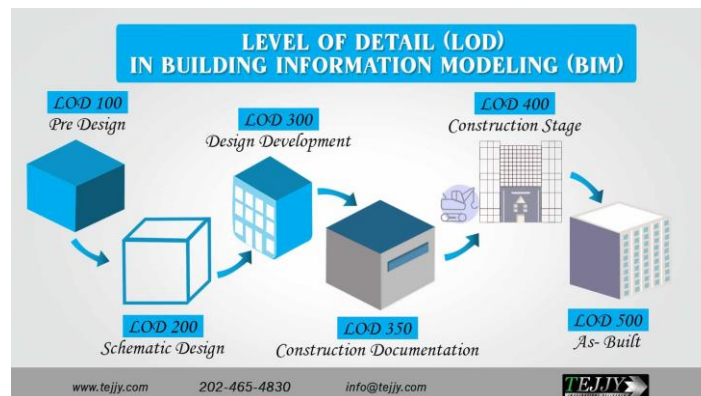
Gambar 1. Tahapan Dimensi BIM

## 2.3. Level of Deployment (LoD) BIM

Tingkat penggunaan BIM (LoD) dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2 berikut:

Tabel 3. Level Penggunaan BIM pada sektor konstruksi

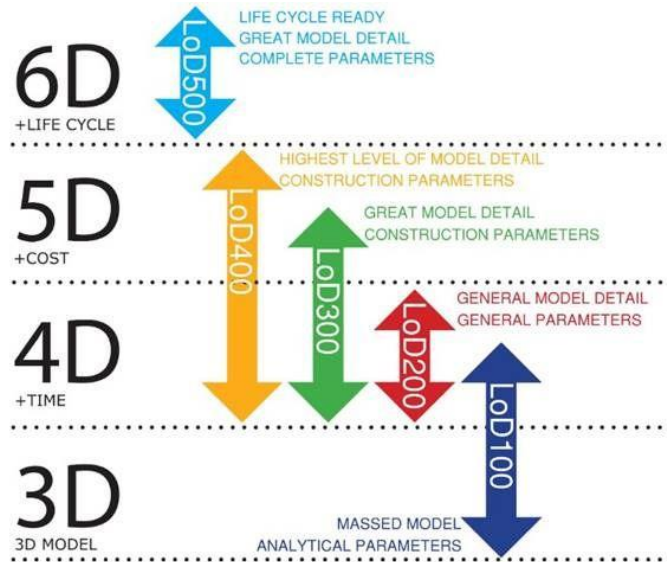
Tingkat LoD	Tahapan pekerjaan	Deskripsi
LoD 100	<i>Concept Design</i>	Model bangunan 3D dikembangkan untuk merepresentasikan informasi pada tingkat dasar. Dengan demikian, hanya pembuatan model konseptual yang dimungkinkan pada tahap ini. Parameter seperti luas, tinggi, volume, lokasi dan orientasi ditentukan
LoD 200	<i>Schematic Design</i>	Model umum di mana elemen dimodelkan dengan perkiraan bentuk, ukuran, jumlah, lokasi, dan orientasi, serta melampirkan informasi non-geometris ke elemen model
LoD 300	<i>Detailed Design</i>	Representasi grafis dari Elemen Model sebagai sistem, objek, atau rakitan tertentu dalam hal jumlah, bentuk, ukuran, jumlah, dan lokasi. Selain itu informasi non-grafis dapat dilampirkan ke Elemen Model
LoD 350	<i>Construction Documentation</i>	Ini termasuk detail model dan elemen yang mewakili bagaimana elemen bangunan berinteraksi dengan berbagai sistem dan elemen bangunan lainnya dengan grafik dan definisi tertulis
LoD 400	<i>Fabrication &amp; Assembly</i>	Elemen Model dimodelkan sebagai perakitan khusus, dengan fabrikasi lengkap, perakitan, dan informasi detail selain bentuk, ukuran, jumlah, lokasi, dan orientasi yang tepat. Selain itu informasi non-geometris juga dapat dilampirkan ke Elemen Model
LoD 500	<i>As-Built</i>	Elemen dimodelkan sebagai rakitan yang dibangun untuk Pemeliharaan dan operasi. Selain aktual dan akurat dalam bentuk, ukuran, jumlah, lokasi, dan orientasi, informasi non-geometris juga melekat pada elemen yang dimodelkan



Gambar 2. Level of Deployment (LoD) BIM

#### 2.4. Hubungan antara Dimensi BIM dengan BIM Level of Deployment (LoD) BIM

Hubungan antara BIM Dimension dengan BIM Level (LOD) pada suatu proyek, dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara BIM Dimension dengan BIM Level (LOD) pada suatu proyek

Metode penelitian yang digunakan adalah metode gabungan kualitatif, yaitu mengumpulkan informasi dari berbagai referensi tentang BIM sesuai permasalahan penelitian. Alur penelitian kualitatif yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Penelitian Kualitatif

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data dari berbagai informasi terkait dengan spesifikasi system hardware yang dapat digunakan untuk aplikasi BIM dapat dibuat suatu perbandingan. Komponen perangkat keras dengan sistem kinerja sangat tinggi diperlukan untuk komputer desktop dan laptop untuk menjalankan perangkat lunak BIM. Komputer berperforma tinggi yang dapat bertindak sebagai server untuk pemrosesan data besar lintas jaringan terpusat atau server yang digunakan untuk perhitungan ilmiah atau tujuan teknologi yang sebanding dikenal

sebagai komputer workstation, dan mereka memiliki spesifikasi pada tingkat nilai dan kinerja.

Spesifikasi dekstop maupun laptop untuk aplikasi BIM tergolong cukup tinggi harganya, yaitu antara Rp 20 juta/unit sampai dengan Rp 50 juta/unit. Sesuai persyaratan yang diberikan oleh pihak pengembang aplikasi BIM (*software developer*), komputer yang dapat digunakan untuk dua tingkat persyaratan perangkat lunak untuk implementasi BIM yaitu *minimum specification* (nilai) dan *recommended specification* (kinerja). Processor, RAM, VGA Card dan SSD menjadi empat faktor utama yang menentukan performa di setiap kelasnya. Keempat faktor ini menjadi penentu utama performance dan variasi biaya di antara berbagai komputer desktop ini. Instalasi software BIM dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu *value* dan *performance*. Setiap kategori ditentukan oleh 4 komponen penting yang menentukan performance tersebut, yaitu. Keempatnya merupakan komponen utama yang menentukan performance sekaligus diferensiasi harga dari masing-masing unit komputer tersebut.

Tidak adanya kebijakan yang mewajibkan penerapan BIM dalam manajemen gedung, serta tidak ada pedoman adopsi BIM untuk semua pihak dalam bisnis jasa konstruksi, membuat implementasi BIM menjadi tantangan tersendiri bagi kontraktor. Karena kurangnya tuntutan atau kebutuhan implementasi BIM dan kurangnya kolaborasi antar disiplin dalam satu proyek, implementasi BIM dibatasi. Dibutuhkan sekitar satu hingga dua tahun, atau "*step learning curve*", untuk sepenuhnya mengintegrasikan sistem BIM dalam suatu organisasi. Hambatan utama untuk mencapai Level of Deployment (LoD) BIM di industri konstruksi adalah biaya investasi yang tinggi untuk membeli perangkat lunak dan perangkat keras BIM sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan (workstation).

Pelatihan penggunaan "BIM Workflow" untuk industri jasa konstruksi sebagian besar masih diperuntukkan bagi perusahaan besar, yang menyebabkan kekurangan tenaga profesional BIM. Siswa yang lulus dari perguruan tinggi dan universitas dengan gelar di bidang yang terkait dengan sektor arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC) seringkali tidak memiliki keterampilan yang diperlukan untuk memanfaatkan perangkat lunak pemodelan informasi bangunan (BIM) secara efektif. Sementara itu, ada kelangkaan sumber daya pelatihan yang terjangkau bagi siswa yang tertarik mempelajari cara menggunakan perangkat lunak BIM. Perlu menerapkan BIM secara terintegrasi di seluruh proses kerja (*workflow*).

#### **4. KESIMPULAN**

Dalam rangka meningkatkan produktivitas dan kerjasama dalam menghadapi persaingan global yang ketat, sektor jasa konstruksi harus mengadopsi BIM. BIM harus digunakan oleh semua disiplin ilmu (arsitektur, sipil, elektrikal dan mekanikal) secara simultan dan terpadu selama proses konstruksi. Sektor jasa konstruksi Indonesia sangat perlu membuat atau mengadopsi BIM, menetapkan pedoman adopsi BIM, dan mendorong kerja sama pemangku kepentingan.



## 5. REFERENSI

- Agirachman, F. A., Putra, I. F., & Angkawijaya, A. (2018). Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 147, 0–5. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814706002>
- Chen, Y., Cai, X., Li, J., Zhang, W., & Liu, Z. (2022). The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination evaluation in smart building energy and efficiency. *Energy Reports*, 8, 96–111. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.075>
- Enegbuma, W. I., & Ali, K. N. (2011). (CSFs) Analysis Of Building Information Modelling (BIM) in Implementation. *Proceedings of the Asian Conference on Real Estate (ACRE 2011): Sustainable Growth, Management Challenges, October 2014*.
- Gustian, E., Milyardi, R., & Lesmana, C. (2022). Analysis of Benefits and Barriers Factors Implementing Building Information Modeling (BIM) in Building Construction for Contractor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 24(2), 158–167. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v24i2.37026>
- Heryanto, S., Subroto, G., & Rifa'ih. (2020). Kajian Penerapan Building Information Modelling (BIM) Di Industri Jasa Konstruksi Indonesia. *Journal of Architecture Innovation*, 4(2), 193–212.
- Leśniak, A., Górka, M., & Skrzypczak, I. (2021). Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. *Energies*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/en14082090>
- Nurjaman, H. N. (2019). Building Information Modeling: The Core of Construction Industry 4.0. *IAPPI, November*. <https://geniebelt.com/blog/bim-maturity-levels>
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia Magister Manajemen Proyek Konstruksi , Universitas Katolik Parahyangan , Bandung. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
- Rizky Hutama, 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>
- Setiawan, D. (2022). Kajian Pembelajaran BIM di Perguruan Tinggi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v7i1.96>
- Utioime, E., Drogemuller, R., & Docherty, M. (2014). BIM-based lifecycle planning and specifications for sustainable cities of the future: A conceptual approach. *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, 580–589. <https://goo.gl/q48LJ2>
- Utomo, F. R., & Rohman, M. A. (2019). The Barrier and Driver Factors of Building Information Modelling (BIM) Adoption in Indonesia: A Preliminary Survey. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0 (5), 133. <https://DOI.org/10.12962/j23546026.y2019i5.6291>
- Wong, A. K. D., Wong, F. K. W., & Nadeem, A. (2010). Attributes of building information modeling implementations in various countries. *Architectural Engineering and Design Management*, 6 (special issue), 288–302. <https://doi.org/10.3763/aedm.2010.IDDS6>