

## KAJIAN PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) DI INDUSTRI JASA KONSTRUKSI INDONESIA

Sani Heryanto<sup>1)</sup>, Gatot Subroto<sup>2)</sup>, Rifa'ih<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Arsitektur, Universitas Agung Podomoro  
[sani.heryanto@podomorouniversity.ac.id](mailto:sani.heryanto@podomorouniversity.ac.id);

<sup>2)</sup>Program Study Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Agung Podomoro  
[gatot.subroto@podomorouniversity.ac.id](mailto:gatot.subroto@podomorouniversity.ac.id);

<sup>3)</sup>Program Studi Arsitektur, Universitas Agung Podomoro  
[rifaiah@podomorouniversity.ac.id](mailto:rifaiah@podomorouniversity.ac.id)

### ABSTRAK

Implementasi *Building Information Modelling* (BIM) dalam industri jasa konstruksi di banyak negara maju sudah merupakan suatu kebutuhan karena mampu mengefisienkan pekerjaan yang kompleks, meningkatkan kolaborasi para pihak dan produktifitas hasil pekerjaannya. Sedangkan perkembangan implementasi BIM di Indonesia yang baru dimulai tahun 2017 oleh perusahaan-perusahaan kontraktor BUMN masih dalam tahap adopsi dan digitalisasi. Memahami berbagai manfaat dan keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan BIM ini, penelitian ini mencoba untuk menggali lebih dalam tentang berbagai pengalaman dan proses implementasi BIM dari berbagai negara maju, khususnya keberhasilan implementasi BIM yang telah dilakukan oleh BCA Singapura. Penelitian ini juga mencoba untuk meneliti progress adopsi BIM yang sedang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan jasa konstruksi di tanah air, khususnya oleh perusahaan-perusahaan kontraktor BUMN di Indonesia dan kendala-kendala apa saja yang dihadapi serta manfaat yang diperoleh sebelum dan sesudah implementasi BIM. Untuk mendukung penelitian ini, kajian terhadap teori dan konsep BIM yang meliputi dimensi penggunaan BIM, tingkat penggunaan BIM (LOD), perangkat digital pendukung dan aplikasi BIM yang paling banyak digunakan dalam industri ini juga dikaji, serta bagaimana road map implementasi BIM bagi industri jasa konstruksi Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode gabungan (*mixed method*) yaitu metode kualitatif dilakukan melalui pertanyaan dan diskusi langsung dengan para pemangku kepentingan dalam industri ini, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk memperoleh gambaran distribusi variabel-variabel penting terkait implementasi BIM. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk mengakselerasi implementasi BIM pada industri jasa konstruksi di Indonesia ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain adanya kebijakan dan pedoman yang mendukung implementasi BIM, kesepakatan dan kemauan dari seluruh pihak yang terlibat dalam industri jasa konstruksi untuk menggunakan BIM bagi peningkatan kualitas dan produktifitas pekerjaan, serta adanya permintaan terhadap efisiensi dan inovasi atas hasil pekerjaan melalui kegiatan integrasi sistem dan kolaborasi dari seluruh pihak yang terlibat sejak awal proyek.

**Keywords:** Implementasi BIM, adopsi BIM, teori BIM, industri jasa konstruksi.

### ABSTRACT

#### Article History

Received : 2020-11-11

Revised : 2020-12-10

Accepted : 2020-12-21



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## **THE STUDY OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) IMPLEMENTATION IN INDONESIA CONSTRUCTION INDUSTRY**

The implementation of BIM in the construction industry in many developed countries is an inevitability because it streamlines the complex work in the construction delivery, increase productivity and collaboration among parties. Meanwhile, the progress of BIM implementation in Indonesia just started in 2017 by the state-owned contractor companies is still in the adoption and digitalization stages. Learning the various benefits can be obtained from the implementation of BIM, this research tries to obtain the various experiences and processes of implementing BIM from developed countries, especially the successful implementation of BIM by BCA Singapore. This study also tries to examine the progress of BIM adoption being carried out by construction companies, especially by BUMN contractor in Indonesia, what obstacles they are facing and the benefits obtained before and after the implementation of BIM. To support this research, a study of the BIM concept which includes the dimensions of BIM, the level of BIM (LOD), digital tools and applications that are widely used are also studied, as well as the road map BIM implementation for the construction service industry in Indonesia. This research uses a mixed method, qualitative methods carried out through deep discussions with stakeholders in this industry, while quantitative methods are used to obtain an overview of the distribution on the significant variables related to BIM implementation. The results of this research indicated that to accelerate the implementation of BIM in the construction service industry in Indonesia is affected by several factors, including the existence of policies and guidelines to support the implementation, agreement or willingness among parties to adopt BIM for improvement and work productivity, as well as the demand for efficiency and innovation for the construction's outcomes through system integration and collaboration activities of all parties involved.

**Keywords:** BIM Implementation, BIM adoption, BIM concept, construction industry.

### **A. PENDAHULUAN**

Penerapan teknologi informasi dalam proses penyelenggaraan bangunan gedung (*building delivery process*) dan infrastruktur menggunakan software *Building Information Modelling* (BIM) merupakan salah satu perkembangan penting dalam industri jasa konstruksi di era revolusi industri 4.0. Penggunaan aplikasi BIM atau adopsi BIM telah menjadi kewajiban bagi beberapa negara pada awal tahun 2000-an. Di Amerika Serikat, 50% industri jasa konstruksi sudah menerapkan BIM sejak tahun 2007 dan meningkat menjadi 75% pada tahun 2009 (Putra, 2016). Sedangkan di wilayah Asia, baru mulai diterapkan pada awal tahun 2010 oleh Cina, Korea Selatan, Singapura, Vietnam dan Malaysia. Khusus Singapura, pada tahun 2015,

Pemerintahnya mensyaratkan penggunaan BIM bagi seluruh tahapan dalam industri jasa konstruksi dari tahap perencanaan, perinjinan, konstruksi, serah terima sampai dengan operasi (Xianbo Zhao, n.d.).

Pengadopsian BIM dalam proses penyelenggaraan bangunan Gedung infrastruktur memiliki banyak keuntungan, antara lain menyelesaikan berbagai masalah yang baru dijumpai di tahap konstruksi dan masalah lainnya pada saat operasi akibat semakin kompleksnya koordinasi dan kolaborasi antar disiplin ilmu serta integrasi system selama proses penyelenggaraan bangunan Gedung yang memakan waktu relatif panjang. Menurut Eastman et al (2008), BIM merupakan *tool* yang handal dan relevan serta akurat diterapkan bagi industri AEC bagi simulasi secara virtual (*Virtual Design and Construction, VDC*) dan

setiap tahapan konstruksi untuk mendukung keberhasilannya.

Menurut *National Institute of Standards and Technology, US Department of Commerce* (NIST, 2007), BIM merupakan kemajuan terbaik di industri rancang bangun (AEC) yang mampu menyajikan wujud digital dari suatu fasilitas sebagai hasil kolaborasi multi disiplin dari berbagai pihak pada berbagai tahapan penyelenggaraan dan pelaksanaan konstruksi (Cheng, 2015). Pengadopsian BIM mampu meningkatkan produktifitas, mengefisienkan pemakaian sumber daya dan mengefektifkan metode pelaksanaan sehingga pekerjaan yang kompleks di lapangan dapat diantisipasi dan dikoreksi pada tahap *design and engineering* (pra-konstruksi).

### Identifikasi Permasalahan

Memperhatikan banyaknya manfaat adopsi BIM, maka industri jasa konstruksi di Indonesia perlu didorong agar industry jasa konstruksi dapat mengimplementasikan BIM lebih cepat sehingga mampu bersaing dan/atau bersanding dengan industri jasa konstruksi negara-negara maju lainnya, khususnya secara regional di ASEAN atau Asia, Eropa dan US. Namun, penerapan BIM di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang juga merupakan masalah bagi beberapa negara maju lainnya pada tahap awal adopsi BIM (Syifahani, 2018), antara lain:

- a. Rendahnya minat menggunakan BIM bagi para praktisi di industri jasa konstruksi untuk mulai menerapkan BIM;
- b. Kebiasaan memproduksi gambar 2D sehingga untuk migrasi ke system BIM, 3D + *attributes/properties* obyek membutuhkan usaha lebih;

- c. Sulit membangun system atau mengembangkan keahlian BIM (*learning curve*);

Belum meratanya dukungan dari pemerintah, asosiasi dan perusahaan agar SDM trampil menggunakan BIM.

### Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi perkembangan kemajuan implementasi atau adopsi BIM di industri jasa konstruksi di Indonesia;
- b. Mengidentifikasi variable dan sub variable persoalan dalam proses adopsi BIM;
- c. Mengklasifikasi persoalan dalam proses pengadopsian BIM;
- d. Mendiskusikan solusi adopsi BIM bagi industri jasa konstruksi;

### Ruang Lingkup

- a. Penelitian ini meliputi kajian dari berbagai referensi penerapan BIM sebagai data-data sekunder;
- b. Kajian praktek implementasi BIM di negara Singapura yang telah berhasil mengadopsi BIM di industri jasa konstruksinya sebagai studi banding
- c. Wawancara dengan pemangku kepentingan dalam mendiskusikan penerapan BIM sebagai data primer

## B. KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS (JIKA ADA)

Menurut Goubau(2016) konsep BIM sudah ada sejak awal tahun 70an sebagai *Building Description System (BDS)*, sedangkan istilah '*building model*' baru digunakan pada tahun 1985. Pada tahun 1992 istilah BIM pertama kali diperkenalkan dan

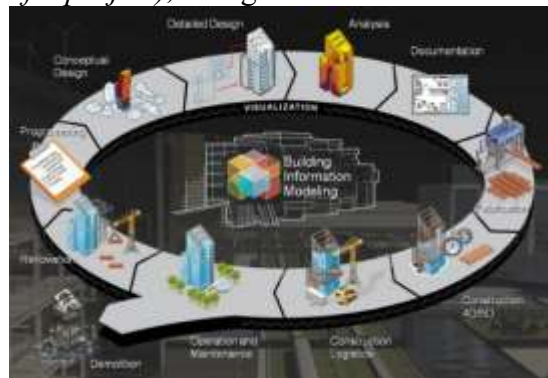
menjadi populer ketika digunakan oleh perusahaan *software* Autodesk pada tahun 2002, dan setelahnya banyak perusahaan *software* memperkenalkan dengan istilah berbeda-beda. Terdapat beberapa definisi BIM sebagai berikut:

- a) Menurut Autodesk Inc (2019): *“Building Information Modeling (BIM) is a process that begins with the creation of an intelligent 3D model and enables document management, coordination and simulation during the entire lifecycle of a project (plan, design, build, operation and maintenance)”*
- b) Sedangkan menurut NIBS (2019): *“A BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward”.*
- c) Menurut SIBIMA Konstruksi, PUPR (2019), BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional dari suatu Bangunan. Karena itu, di dalamnya terkandung semua Informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan mulai dari konsep hingga demolisi.

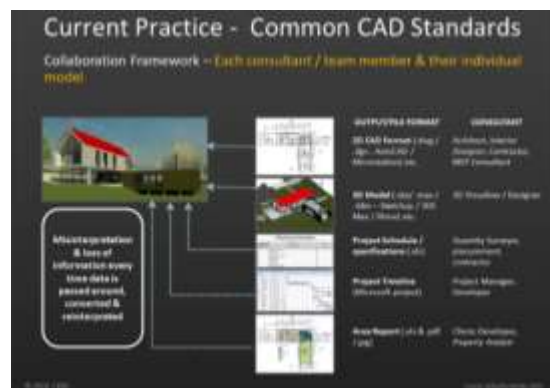
### Konsep BIM

Walaupun BIM sudah dikenal sejak tahun 1970-an, istilah *Building Information Modelling* (BIM) mulai populer setelah Autodesk merilis makalah *“Building Information Modeling”* di tahun 2002. Istilah *BIM* kembali muncul pada tahun 2005 ketika *US General Service*

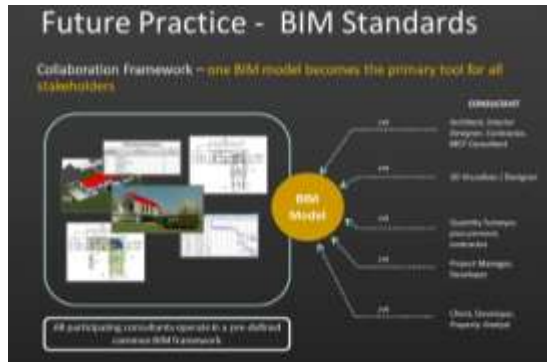
*Administration (GSA)* membuat keputusan untuk membangun gedung pengadilan baru di Jackson, Mississippi (SIBIMA Konstruksi, PUPR, 2019). Untuk memahami konsep BIM, gambar 1, 2, dan 3 menampilkan penggunaan BIM dalam mendukung seluruh tahapan penyelenggaraan bangunan gedung selama siklus umur proyek (*lifecycle of a project*), sebagai berikut:



**Gambar 1. Building Information Modelling (BIM) in construction is an intelligent 3D model based process helps AEC professionals**  
(Autodesk Inc, 2019)



**Gambar 2. Current practice in AEC industry**  
(3D solusindo,2018)



Gambar 3. Future practice in AEC industry (3D solusindo,2018)

**BIM Dimensions**

BIM Dimensions adalah dimensi penggunaan BIM sebagai proses penggambaran secara digital wujud 3D yang meliputi informasi yang dikelompokkan sebagai berikut, yaitu 3D (wujud fisik: *width, height, and depth*), 4D (*time*), 5D (*cost*), 6D (*sustainability*), dan 7D (*facility management*) (Thomas Goubau, 2016). Gambar 4 menunjukkan dimensi penggunaan BIM, sebagai berikut:



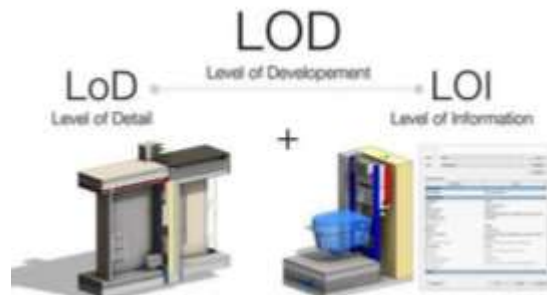
Gambar 4. BIM Dimension (BIM Panzee ,2019)

**BIM Level of Development**

BIM *Level of Development* adalah tingkat kandungan karakteristik wujud fisik kedetailan model/gambar obyek (*LoD-Level of Detail*) dan karakteristik fungsional (menurut kelengkapan informasi *attributes/properties* obyek, *LOI-Level of Information*) pada elemen atau komponen pada proyek bangunan sesuai dengan tahapan penggambaran digital 3D (*design process or stage*). BIM Level dinyatakan dalam LOD yang menyatakan 2 hal yaitu: *Level of Sani Heryanto*

*Kajian Penerapan BIM ...*

*Design/Detail (LOD) dan Level of Information (LOI) dari suatu tingkat penggambaran digital BIM, lihat gambar 5.*



Gambar 5. Level of Development (LOD) terdiri atas Level of Detail (LoD) + Level of Information (LOI) (Scrinsoft, 2019)

Namun banyak referensi yang menyatakan baik LOD adalah istilah bagi *Level of Design, Level of Development, maupun level of Detail (LoD)* yang memiliki maksud yang sama menjelaskan kedetailan penggambaran digital sekaligus sejumlah informasi atas karakteristik fisik dan fungsional yang dimiliki obyek elemen atau komponen bangunan sesuai tahapan/proses perancangan.

**LEVEL of DEVELOPMENT**

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
<p>DESCRIPTION: Office Chair                  Action: Wheels                  WIDTH: 700                  DEPTH: 400                  HEIGHT: 1100                  MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.                  MODEL: Mira                  LOD: 100</p>	<p>DESCRIPTION: Office Chair                  Action: Wheels                  WIDTH: 700                  DEPTH: 400                  HEIGHT: 1100                  MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.                  MODEL: Mira                  LOD: 200</p>	<p>DESCRIPTION: Office Chair                  Action: Wheels                  WIDTH: 700                  DEPTH: 400                  HEIGHT: 1100                  MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.                  MODEL: Mira                  LOD: 300</p>	<p>DESCRIPTION: Office Chair                  Action: Wheels                  WIDTH: 850                  DEPTH: 400                  HEIGHT: 1100                  MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.                  MODEL: Mira                  LOD: 400</p>	<p>DESCRIPTION: Office Chair                  Action: Wheels                  WIDTH: 850                  DEPTH: 400                  HEIGHT: 1100                  MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.                  MODEL: Mira                  PURCHASE DATE: 8/1/2013</p>

Gambar 6. Level of Development (LOD) (Phee, 2013)

PROCESSES & PRACTICES – Creating a BIM Execution Plan  
Level of Detail / Development (LOD) Definition

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Conceptual	Generic Model	Specific Assemblies	Detailed Assemblies	Fabrication – As Built
The Model Elements are represented by simple shapes and are not associated with any specific geometry or material.	The Model Elements are represented by simple shapes and are associated with generic geometry and material.	The Model Elements are represented by specific shapes and are associated with specific geometry and material.	The Model Elements are represented by detailed shapes and are associated with detailed geometry and material.	The Model Elements are represented by detailed shapes and are associated with detailed geometry and material.

Gambar 7. LOD definition from designer scope of works to contractor scope of works (3dsolution, 2018)

PROCESSES & PRACTICES – Creating a BIM Execution Plan  
Level of Detail / Development (LOD) Definition

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Conceptual	Generic Model	Specific Assemblies	Detailed Assemblies	Fabrication – As Built
Represented building mass with location, orientation, and volume.	Generic building mass with location, orientation, and volume.	Specific assemblies of the building mass.	Detailed assemblies of the building mass.	Fabrication – As Built

Gambar 8. LOD definition in BIM Execution Plan (3dsolution, 2018)

Menurut kebutuhan para pihak yang terlibat (*stakeholders*) dalam proses perancangan (*design process*), gambar 9 menampilkan LOD BIM menurut disiplin ilmu dan tahapan penggambarannya sebagai berikut:



Gambar 9. The Level of Development (LOD) Specification is a reference that enables practitioners in the AEC Industry to specify and articulate with a high level of clarity, the content and reliability of Building Information Models (BIMs) at various stages in the design and construction process (Scriinsoft Inc, 2019)



Gambar 10. BIM (Building Information Modelling): New LOD definitions. Level of Development for LOD000 to LOD600 and LOD X00 (Madrid, 2015)

Sehingga, LOD dapat dijelaskan sebagai berikut:

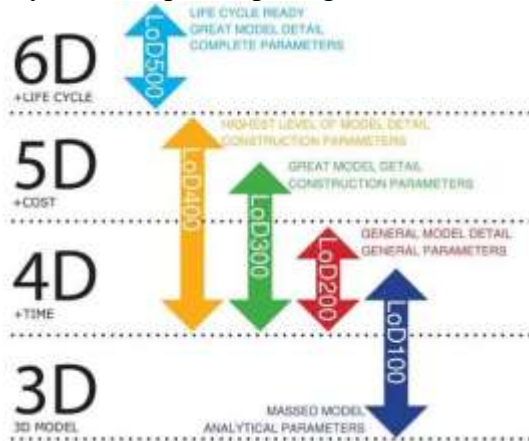
- LOD 100 adalah level penggambaran tahap *Conceptual Design* atau *Pre-Design* di mana Arsitek sangat berperan dalam menghasilkan *massing design (volumetric)* suatu proyek;
- LOD 200 adalah level penggambaran tahap *Schematic Design* atau *Preliminary Design* yang melibatkan Arsitek dan konsultan perencana struktur dan sipil serta ahli MEP;
- LOD 300 adalah level penggambaran tahap *Detailed Design* atau penyelesaian dokumen-dokumen konstruksi, spesifikasi, dan Bill of Quantity (BoQ) untuk kebutuhan dokumen tender proyek dan dapat ditingkatkan ke level LOD 350.
- LOD 400 adalah level penggambaran tahap konstruksi bagi Kontraktor pelaksanaan dan fabrikasi workshop di lapangan.
- LOD 500 adalah level penggambaran tahap *As Built Drawing* untuk setiap pekerjaan yang terpasang pada bangunan setelah dilakukan *Testing Comissioning* dan serah terima proyek (*hand over*) dari pihak Kontraktor ke Owner.

LOD 600 adalah level penggambaran *Facility Managament* untuk gambar *As Built Drawing* yang dilengkapi dengan dokumen spesifikasi, brosur,

dimensi dan surat jaminan penggunaan peralatan yang digunakan pada Gedung untuk kebutuhan operasi dan pemeliharaan.

### Hubungan antara BIM Dimension dengan BIM Level (LOD)

Hubungan antara BIM Dimension dengan BIM Level (LOD) pada suatu proyek, ditampilkan pada gambar 12.



Gambar 11. BIM Dimension associates with BIM Level of Development (LOD)  
(www.cadeosys.com, n.d.)

### Pengadopsian BIM

Pengadopsian BIM sebagai sarana penggambaran digital memiliki banyak keuntungan. BIM digunakan oleh seluruh disiplin ilmu (multidisiplin) dalam setiap proses penyelenggaraan bangunan secara bersamaan meliputi: proses perancangan, perhitungan, dan engineering: analisis structural (*civil*), analisis yang berkaitan dengan desain MEP, proses (*plant*), dan metode konstruksi (Autodesk, 2019). Keuntungan yang diperoleh dalam pengadopsian BIM pada industry jasa konstruksi adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan produktifitas, mengefisienkan sumber daya dan mengefektifkan metode pelaksanaan sehingga pekerjaan yang kompleks dapat diantisipasi pada tahap *design*

and engineering (pra-konstruksi).

- Kegiatan koordinasi antar disiplin lebih efisien (*efficient workflows*) sehingga proses koordinasi yang dilakukan dapat lebih efisien;
- Kolaborasi multidisiplin sesuai BIM LOD bersifat *interdisiplin* sampai '*transdisiplin*' dari para konsultan perencana bersama Kontraktor, dimulai dari tahap perencanaan, perancangan dan engineering (LOD 100 s/d 300) sampai ke tahap konstruksi dan operasi proyek (LOD 400 s/d 500) dapat disimulasikan secara 3D, sehingga bangunan yang merupakan produk (output) yang memenuhi target biaya, mutu dan waktu; sedangkan ketika dioperasikan atau digunakan memiliki manfaat (outcome) yang diinginkan, hemat energi, dan ramah lingkungan (LOD 600);
- Kegiatan integrasi di antara system pada bangunan dapat dilakukan lebih baik sejak tahap awal perancangan sehingga terjadi penghematan biaya dan waktu konstruksi; Simulasi terhadap kehandalan (*Building performance Analysis*) dari integrasi system bangunan dapat dilakukan lebih cepat dan mudah;
- Transparansi dalam proses penyelenggaraan konstruksi melalui visualisasi 3D melalui *clash detection* sehingga dapat meminimalisasi kesalahan-kesalahan (*reduce errors*) yang terjadi pada saat pelaksanaan konstruksi yang akan meningkatkan produktifitas konstruksi.

Meningkatkan kemampuan digital, daya saing dan kompetensi SDM di

bidang jasa konstruksi di era 4.0 yang sangat dibutuhkan dalam berkompetisi secara regional dan global.

### Perkembangan Aplikasi BIM

Aplikasi BIM sebagai sarana penggambaran harus memiliki kemampuan untuk mendukung alur kerja (*workflow*) siklus umur bangunan (*project life cycle*). Kemampuan *software* BIM antara lain memiliki kemampuan visualisasi, dokumentasi, analysis (*clash detection*), integrasi atau kolaborasi multidisiplin dan interoperability (IFC, komunikasi antar muka). Menurut survey yang diperoleh, penjualan *software* BIM di beberapa negara menunjukkan angka pertumbuhan yang terus meningkat, lihat gambar 12 dan 13.

*“The building information modeling market size is projected to grow from USD 4.9 billion in 2019 to USD 8.9 billion by 2024, at a compound annual growth rate (CAGR) of 12.7%. Increasing population and ongoing urbanization, rising BIM trends, and growing BIM adoption are the major factors driving the growth of the building information modeling market”* (MarketsandMarkets Research Private Ltd, 2020).



**Gambar 12. Attractive opportunities in BIM Markets**  
(MarketsandMarkets Research Private, 2020)



**Gambar 13. Building Information Modeling Market by Regions**  
(MarketsandMarkets Research Private, 2020)

### Perkembangan BIM di Indonesia

Penerapan BIM di Indonesia seperti beberapa negara maju lainnya membutuhkan dukungan dari Pemerintah, antara lain membutuhkan kebijakan (regulasi) untuk mengajak sampai mewajibkan para *stakeholders* untuk mengimplementasikan BIM. Selain itu, penerapan BIM membutuhkan sumber daya yang cukup besar dalam bentuk penyusunan kebijakan dan standar, pembiayaan untuk pengadaan hardware dan software, pendanaan kegiatan pelatihan (formal dan informal), sosialisasi dan pemberian insentif atas kinerja yang dihasilkan.

Kementerian PUPR merupakan instansi pemerintah yang bertanggungjawab sebagai koordinator yang mengelola seluruh bentuk kegiatan jasa dan konstruksi di Indonesia, khususnya yang menggunakan anggaran pemerintah. Untuk memastikan penerapan BIM di proyek-proyek pemerintah untuk mengadopsi BIM, Kementerian PUPR melalui Badan Penelitian dan pengembangan (Balitbang) PUPR membentuk Tim BIM PUPR yang bertugas mengawal implementasi BIM bekerjasama dengan berbagai *stakeholders*, antara lain perusahaan kontraktor (BUMN), konsultan, pengembang software, dan perguruan tinggi. TIM PUPR telah menyusun Roadmap Implementasi BIM



“ROADMAP KONSTRUKSI DIGITAL INDONESIA 2017 – 2024” yang dibagi atas 4 fase: yaitu fase Adopsi, fase Digitalisasi, fase Kolaborasi dan fase Integrasi, lihat gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Roadmap konstruksi digital Indonesia 2017-2024 (PUPR K. , 2017)



Gambar 15. BIM Roadmap oleh TIM BIM PUPR (Vaza, 2019)

Beberapa kegiatan pada fase adopsi BIM yang telah dilaksanakan oleh Tim BIM PUPR antara lain: membuat pilot project, meningkatkan kapasitas bagi seluruh stakeholder yang terlibat, membangun instrumen untuk *knowledge management* melalui penerbitan Buku Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, pembuatan Website BIM PUPR, dan Aplikasi SIBIMA Konstruksi, pelaksanaan ujicoba diklat BIM, serta *review* Roadmap Teknologi Informasi dan untuk mengantisipasi melonjaknya kebutuhan *storage* dan penyiapan *cloud system*(BIM PUPR, 2018). Dalam laman BIM PUPR disampaikan sebagai berikut:

“Disampaikan juga bahwa saat ini, secara luas di dunia, BIM telah mendapatkan popularitasnya dengan dukungan hadirnya trend teknologi-

teknologi terkini, diantaranya yaitu konsep simulasi 4D, 5D hingga 7D; *Internet of Things* (IoT); 3D Laser Scans & Drones; 3D Printing; Mobile Cloud Applications; Mix Reality; Open BIM Collaboration, dan lain-lain. “Teknologi tersebut dapat membantu para arsitek dan kontraktor dalam mengoptimalkan rancangan desain dan eksplorasi kreatifitas yang lebih luas lagi. Selain itu, dengan kemampuan platform data (IFC & BCF) yang dimilikinya, juga dapat memudahkan proses komunikasi antara arsitek dan kontraktor dalam meminimalisir adanya misinformasi, miskomunikasi, yang berakibat pada kesalahan/kegagalan konstruksi” (PUPR B. , BIM : Bekerja Lebih Cerdas dengan Kolaborasi, 2019)

### Perkembangan BIM di Singapura

Penerapan BIM bagi industry jasa konstruksi di negara Singapura mendapat dukungan penuh dari Pemerintahnya. Dalam *The Singapore BIM Roadmap 2010* yang disusun oleh *BCA (Building and Construction Authority)* bersama para praktisi di negara tersebut. Pemerintah Singapura menyediakan S\$21 million atau setara Rp. 210 Milyar untuk mendukung program implementasi BIM di negara tersebut.

“In Singapore, the *BCA (Building and Construction Authority)* implemented the *BIM Roadmap* in 2010 with the aim that 80% of the construction industry will use BIM by 2015. This is part of the government’s plan to improve the productivity by up to 25% over the next decade. To allow the public sector to take the lead, *BCA* collaborated with *GPEs (government procurement entities)* to request the use of BIM for their projects from 2012. It is mandatory for new building projects over 5,000 m<sup>2</sup> to use BIM e-submission via *Corenet* on the web.

*BIM implementation in Singapore is led by BCA and Singaporean Government” (Kaneta, 2016).*

*“First introduced in June 2010, the Building Information Model (BIM) Fund is part of the first Construction Productivity and Capability Fund (CPCF). To date, more than 700 firms have benefited from funds amounting to S\$21 million. Following the end of the first tranche of the BIM Fund on 22 May 2015, the second tranche was released in July 2015. This new BIM Fund will help BIM-ready firms build up BIM collaboration capability by defraying part of the costs in training, consultancy, software or hardware” (Building and Construction Authority, 2015).*

Alasan pengadopsian BIM pada industry jasa konstruksi di Singapura juga disampaikan oleh Kaneta (2016) sebagai berikut:

*“There are a lot of risk and uncertainty that were not predicted on the contract, but they appear suddenly along with the progress of the building project. In order to avoid such risk or uncertainty, the owner contracts out the majority of projects to the general contractor and outside parties. When BIM (building information modelling) is introduced to the project, it is assumed to reduce risk and uncertainty concerning with design drawings and documents because BIM is based on only one set of fixed objects of the building. There are two reasons why BIM should be implemented in Singapore: (a) to reduce the number of foreign workers who are trained and certified as skilled/multi skilled workers in their home countries, e.g., India, Bangladesh, Myanmar, China, but their skills do not still meet the requirement of general contractors. Singaporean Government has a policy to reduce foreign workers in construction industry by implementing*

*BIM to design and construction process and (b) to improve the productivity”.*

Dukungan Pemerintah Singapura kepada sektor industry jasa konstruksinya terbukti mampu mengakselerasi penerapan BIM di negara tersebut. Sejak tahun 2015, seluruh industry jasa konstruksi di negara tersebut telah mengadopsi BIM sebagai tools dalam seluruh proses penyelenggaraan bangunan gedung dan infrastruktur industry jasa konstruksi di Singapura mampu bersaing secara global.

### C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode gabungan kualitatif dan kuantitatif, yaitu mengumpulkan informasi dari berbagai referensi, memperoleh data lapangan melalui wawancara ke stakeholders di industry jasa konstruksi serta melakukan kuantifikasi bobot variable persoalan yang dijumpai. Informasi yang diperoleh dari hasil studi lapangan ini disampaikan secara deskriptif berdasarkan variabel yang mempengaruhi keberhasilan adopsi BIM sesuai permasalahan penelitian ini.

#### Instrumen Penelitian

Peneliti menyiapkan instrument penelitian dalam bentuk daftar pertanyaan terbuka. Daftar kuesioner adopsi BIM ditujukan kepada stakeholder antara lain: pembuat kebijakan (Balitbang PUPR), *developer software* (Autodesk dan Archicad) dan perusahaan hardware BIM, dan institusi Pendidikan tinggi serta training center (ATC). Pengumpulan data ini sangat tergantung kepada ketersediaan sumberdaya: waktu, tenaga dan biaya.



**Gambar 16. Kerangka berfikir**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

#### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### **BIM PUPR selaku Pembuat Kebijakan dan Standard Kerja BIM**

Untuk memperoleh informasi tentang pembuatan kebijakan atau peraturan standar kerja BIM di Indonesia, Peneliti mengunjungi BIM PUPR, di kantor BALITBANG Kementerian PUPR. Tim BIM PUPR merupakan tim teknis di bawah Balitbang PUPR yang secara langsung bertanggungjawab untuk mendorong implementasi BIM di Indonesia melalui berbagai kegiatan pendampingan, koordinasi dan kolaborasi dengan seluruh stakeholder BIM yang ada.



**Gambar 17. Foto kunjungan Peneliti ke BIM PUPR, Balitbang PUPR di Jakarta.**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Informasi yang diperoleh dari wawancara dengan BIM PUPR antara lain:

- a. Peran BIM PUPR adalah Mendorong Kontraktor BUMN Karya untuk mengadopsi BIM di proyek BUMN sesuai Peraturan Menteri PUPR Nomor 22 Tahun 2018, terutama untuk proyek dengan anggaran  $\geq$  Rp. 100 milyar. – Namun tetap memperhatikan kemampuan SDM yang ada.
- b. Target pengembangan BIM PUPR:
  - 1) Menerbitkan kebijakan dan standar teknis penggunaan BIM;
  - 2) Membentuk kerjasama dengan assosiasi profesi dan institusi Pendidikan Tinggi.
  - 3) Memberikan pelatihan BIM kepada 1000 orang/tahun yang berasal dari masyarakat umum, akademisi, konsultan serta kontraktor.
  - 4) Membangun BIM Center yang memiliki peralatan BIM di Pasar Jumat, Lebak Bulus, Jakarta Selatan.

Intens melakukan diskusi dengan industri jasa konstruksi agar apabila standar teknis yang disusun selesai dapat dipahami dan diterapkan sebagai KAK Proyek oleh setiap pelaku industry jasa konstruksi.

##### **Implementasi BIM pada Perusahaan BUMN**

Sehubungan dengan diberlakukannya Peraturan Menteri PUPR Nomor 22 Tahun 2018 tentang Pembangunan Gedung Negara, seluruh kontraktor BUMN yang mengerjakan proyek bangunan gedung dan infrastruktur yang menggunakan anggaran Pemerintah wajib mengimpelentasikan BIM dalam kegiatan konstruksinya. Perusahaan kontraktor BUMN tersebut antara lain: PT. Wijaya Karya

(Persero) Tbk (WIKA), PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk, (PP). Seluruh perusahaan kontraktor BUMN tersebut telah mengadopsi BIM secara intensif, informasi ini dapat dilihat pada masing-masing laman perusahaan tersebut.

Untuk mendalami implementasi BIM pada perusahaan kontraktor BUMN, Peneliti mengunjungi PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk (WIKA) di Jakarta.



Gambar 18. Foto kunjungan ke BIM WIKA bersama Manager BIM PT. Wijaya Karya, Jakarta.  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

PT. WIKA mengembangkan divisi BIM secara intensif untuk menjadikan BIM sebagai salah satu *future engineering tool* dalam konteks *konstruksi digital* yang berujung pada optimalisasi dan efisiensi biaya pada proyek-proyek yang dikerjakan. WIKA meyakini bahwa implementasi BIM akan mampu memberikan keuntungan dari sisi biaya, mutu dan waktu. Selain itu, BIM WIKA juga mengadopsi program survei untuk mengklarifikasi dan memperbaiki desain yang dapat dilakukan bersamaan dengan proses perhitungan BOQ sehingga laporan desain yang dihasilkan lebih akurat dan aktual. Gabungan dari seluruh kelebihan dari adopsi BIM telah membantu WIKA dalam melakukan ekspansi pelaksanaan proyek bangunan gedung dan infrastruktur ke banyak negara.

## Implementasi BIM pada Perusahaan Swasta

Implementasi BIM bagi perusahaan swasta belum menjadi kewajiban, namun kompetisi di industry jasa konstruksi dan atas pertimbangan efisiensi biaya, efektivitas waktu kerja, dan perkembangan teknologi informasi akan mendorong kontraktor swasta untuk mengimplementasikan BIM, antara lain PT. Total Bangun Persada (Persero) Tbk sebagai salah satu perusahaan kontraktor telah mulai mengadopsi BIM sejak tahun 2006 sampai saat ini karena menyadari manfaat besar dari adopsi BIM di dunia konstruksi, yaitu kepastian dan efisiensi yang akan diperoleh atas biaya, mutu dan waktu dalam pelaksanaan proyeknya.

## Implementasi BIM pada Konsultan Perencana

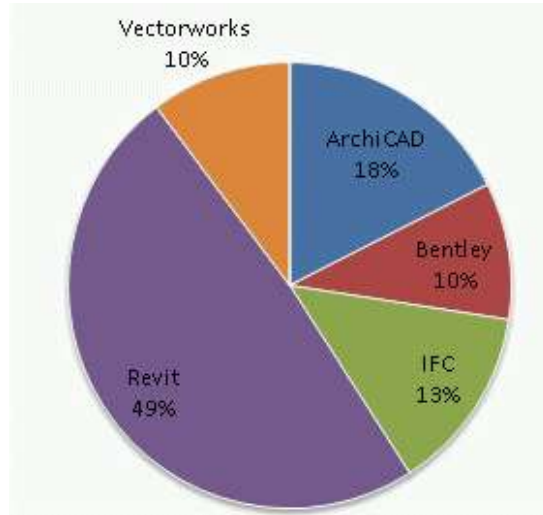
Implementasi BIM di perusahaan konsultan perencana arsitektur dan keteknikan (engineering) belum banyak dijumpai. Hal ini disebabkan karena penggunaan BIM belum menjadi tuntutan Client maupun persyaratan perencanaan proyek. Namun terdapat beberapa perusahaan konsultan yang telah mengimplementasikan BIM, antara lain PT. *Pandega Desain Weharima/Planning & Development Workshop (PDW)*, *PT Royal Haskoning Indonesia*, dan *ATTAYA Architects (Bandung)*, disamping itu terdapat juga beberapa perusahaan konsultan perencana lainnya yang mulai mengadopsi BIM, karena disyaratkan dalam proyek yang ditangani (*project based*) maupun memahami potensi adopsi BIM di masa yang akan datang, misalnya *HMP architects* mulai membentuk divisi BIM.

## Implementasi BIM di Perusahaan Developer

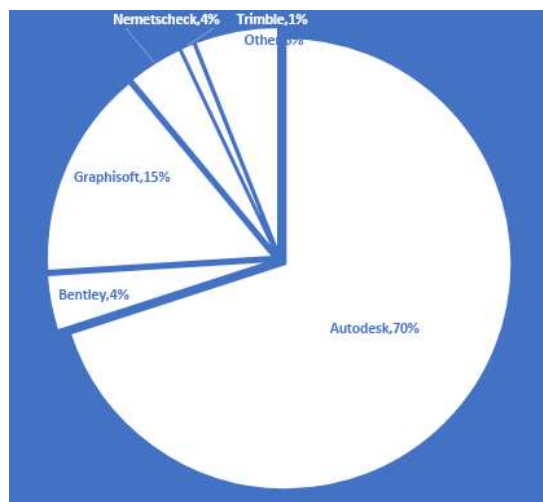
Pengembang property (developer) merupakan salah satu pihak yang paling diuntungkan dalam implementasi BIM. Salah satu perusahaan pengembang property yang sejak tahun 2008 sudah mulai mengadopsi BIM adalah PT. Intiland Development (Persero) Tbk. Diluar itu, tidak ada informasi lebih jauh tentang implementasi BIM bagi perusahaan pengembang property lainnya. PT. Intiland Development (Persero) Tbk juga membangun kerjasama dengan Program Studi Sarjana Arsitektur, Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan (SAPPK), Institut Teknologi Bandung (ITB) untuk mengembangkan BIM bagi Perguruan Tinggi (Dirgantara, 2014).

## Pengembang Aplikasi BIM

Terdapat beberapa perusahaan pengembang software AEC yang mampu menguasai pasar aplikasi BIM dan menjadi 'market leader' yaitu Autodesk dengan Autodesk Revit dan Graphisoft dengan software Archicad, disamping software lainnya seperti Bentley dan Vectorworks, lihat gambar 20 dan 21. Menurut Nasional BIM Library yang mengukut 'BIM objects download', market share untuk pembelian software BIM tertinggi adalah: Revit (49%), Archicad (18%), Vectorworks dan Bentley masing-masing 10% (lihat gambar 18). Sedangkan bagi industry AEC, 3 brand software yang paling banyak digunakan adalah Autodesk (70%), Graphisoft (15%) dan Bentley (4%), lihat gambar 19.



Gambar 19. BIM tool Market Share (Hamil, 2013)



Gambar 20. Most Popular BIM Software Companies (MCINTYRE, 2019)

## Penggunaan Software BIM di Indonesia

Untuk memperoleh informasi tentang penggunaan aplikasi BIM di Jakarta beserta persyaratan hardware yang digunakan, Peneliti mengunjungi 3 (tiga) Pengembang software BIM tersebut, antara lain:

Autodesk Asia Pte. Ltd di Indonesia

Peneliti melakukan wawancara ke Autodesk Asia Pte.Ltd Indonesia dengan AEC Industry Manager dan Technical Specialist AEC dari Autodesk Asia Indonesia, lihat gambar 24.



**Gambar 21. Foto kunjungan ke Autodesk Asia Pte.Ltd Indonesia di Jakarta**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Informasi yang diperoleh antara lain:

- a. BIM Autodesk diharapkan menjadi *software mandatory* bagi 'strategic project', untuk Bangunan Gedung dan Infrastruktur, khususnya bagi proyek jalan & jembatan.
- b. BIM Autodesk memiliki *workflow tools* terlengkap untuk BIM bagi bangunan gedung yang meliputi Arch, STR, dan MEP, kolaborasi dengan *software* internal Autodesk (26 *software*), maupun secara eksternal melalui *interoperability* (IFC). *Software-software* Autodesk tersebut dipaket dalam AEC Collection.
- c. Adopsi BIM ditentukan oleh 3 aspek: Teknologi/hardware (Processor, SSD, VGA, RAM), *software* BIM dan *bandwith* internet untuk *cloud computing*; People: kompetensi SDM; Workflow: BIM *knowledge from modelling* (3D) ke 4D, 5D, 6D;

PT. APPLICAD Indonesia

Peneliti melakukan wawancara dengan Executive Director Construction Solutions dan Application Engineer AEC Division Applicad Indonesia.



**Gambar 22. Foto kunjungan ke PT. Applicad Indonesia di Jakarta.**  
(Dokumentasi pribadi, 2020)

Informasi yang diperoleh antara lain:

- a. Graphisoft Archicad merupakan *software* BIM bagi para Arsitek untuk pekerjaan desain dan gambar arsitektur bagi penerapan BIM;
- b. Menyediakan dukungandalam bentuk *workshop* pelatihan dan pendampingan membuat *pilot project* pada beberapa perusahaan konstruksi; Dukungan diberikan secara merata khususnya kepada dunia Pendidikan tinggi di banyak kota dan perusahaan konsultan perencana, kontraktor dan industry yang berhubungan.
- c. Archicad memiliki *software add-on* dan sebagai open BIM; untuk pekerjaan penggambaran struktur bersama Graphisoft EPTAR dan dengan Tekla (ARCHICAD – Tekla Structures Workflow) dan untuk penggambaran MEP (Graphisoft MEP Modellers). Graphisoft Archicad mengembangkan *software add-on* untuk melengkapi penggambaran struktur seperti Graphisoft EPTAR (Graphisoft, 2019) dan untuk penggambaran MEP menggunakan *software* Graphisoft MEP Modellers (Graphisoft, MEP Modeling Functions, 2019). Sebagai OPEN BIM bersama *software*

*software* Tekla (Graphisoft, Structural Solutions, 2019).

PT. Glodon Technical Indonesia  
Peneliti melakukan wawancara ke kantor cabang Glodon Pte. Ltd., asal China di Jakarta Utara yang mengembangkan aplikasi *3D Quantity Take Off, Cubicost series*, yang terdiri atas TAS, TRB, TME, TBQ. Sejak tahun 2019, Glodon mulai masuk ke industry BIM dengan mengembangkan *software* Cubicost khusus yang memiliki kemampuan untuk ‘*interoperability*’ dengan beberapa *software* BIM lainnya, antara lain Autodesk Revit dan sudah diterapkan pada salah satu proyek di Indonesia.



**Gambar 23.** Foto kunjungan ke PT. Glodon Technical Indonesia di Jakarta (Dokumentasi pribadi, 2020)

Aplikasi yang mampu ‘*interoperability*’ dan berbasis *Open Standard* artinya *software* tersebut memiliki fungsi kompatibilitas dengan aplikasi BIM lainnya atau *Open BIM* yang mendukung kerja kolaboratif. Hal ini sangatlah menguntungkan, karena setiap *software* BIM memiliki kelebihan dan Pengguna masing-masing yang memungkinkan para Pengguna *software* BIM yang berbeda untuk saling berkomunikasi dan bekerja secara kolaborasi sesuai kemampuan/kelebihan aplikasinya yang sesuai dengan kondisi yang berkembang di industri jasa konstruksi saat ini.

## Spesifikasi Hardware bagi Aplikasi BIM

Peneliti mengumpulkan berbagai informasi spesifikasi *system hardware* bagi aplikasi BIM dan membandingkannya. Secara umum, baik komputer *desktop* maupun laptop untuk operasi *software* BIM membutuhkan hardware components dengan system performance yang sangat tinggi. Bagi spesifikasi computer pada *value level* dan *performance level* adalah *computer workstation*, yaitu perangkat *computer high performance* dan dapat berfungsi sebagai server untuk pemrosesan *big data* yang lintas *network* yang terpusat atau server yang digunakan untuk perhitungan ilmiah atau kebutuhan teknis sejenis (IDWebhost, 2018). Baik *desktop* maupun laptop untuk aplikasi BIM memiliki harga yang sangat tinggi antara Rp. 20 juta/unit s.d Rp. 50 juta/unit. Menurut *system requirements* yang disampaikan laman *software developer*. Komputer bagi *software* BIM dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu *minimum specification* dan *recommended specification (value dan performance)*. Setiap kategori ditentukan oleh 4 komponen penting yang menentukan *performance* tersebut, yaitu: *Processor, RAM, VGA card dan SSD*. Keempatnya merupakan komponen utama yang menentukan *performance* sekaligus diferensiasi harga jual unit computer tersebut di atas.

## E. KESIMPULAN

Implementasi BIM pada industri jasa konstruksi pada saat ini hanya dijalankan oleh perusahaan-kontraktor BUMN yang mengerjakan proyek bangunan gedung dan infrastruktur dengan anggaran

Pemerintah melalui Kementerian PUPR. Kewajiban implementasi BIM tersebut mengikuti kebijakan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR, yaitu Peraturan Menteri PUPR Nomor 22 Tahun 2018 tentang Pembangunan Gedung Negara. Perusahaan kontraktor BUMN tersebut telah mengadopsi BIM sepenuhnya, menerapkan BIM *workflow* dan menggunakan peralatan digital modern.

- a. Diluar perusahaan BUMN, hanya beberapa perusahaan swasta yang mengadopsi BIM, antara lain kontraktor PT. Total Bangun Persada; konsultan perencanaan, antara lain PT. Pandega Desain Weharima/Planning & Development Workshop (PDW), PT Royal Haskoning Indonesia, dan ATTAYA Architects (Bandung), dan Pengembang PT. Intiland Development (Persero) Tbk.
- b. Permasalahan yang menyebabkan implementasi BIM terbatas di lingkungan kontraktor BUMN adalah:
  - 1) Belum adanya kebijakan yang mewajibkan adopsi BIM dalam penyelenggaraan bangunan gedung, serta belum adanya pedoman adopsi BIM bagi seluruh pihak di industry jasa konstruksi.
  - 2) Belum adanya permintaan dan/atau persyaratan implementasi BIM dan kolaborasi antar disiplin ilmu dalam satu proyek menyebabkan implementasi BIM hanya terbatas.
  - 3) Membangun sistem implemetasi BIM di suatu perusahaan membutuhkan '*steep learning curve*' sekitar 1-2 tahun untuk dapat diterapkan sepenuhnya, mahalnya biaya investasi

untuk pengadaan software BIM dan hardware sesuai spesifikasi yang dibutuhkan (*workstation*) dan terbatasnya tenaga ahli BIM karena masih terbatasnya pelatihan adopsi '*BIM workflow*' bagi industri jasa konstruksi.

- 4) Belum dimasukkannya kompetensi BIM dalam kurikulum program studi yang berhubungan dengan industri jasa konstruksi (AEC) di perguruan tinggi menyebabkan lulusannya tidak siap menggunakan BIM tools. Sementara itu, pelatihan penggunaan *software* BIM juga terbatas dan relatif mahal bagi para mahasiswa.
- c. Memahami manfaat besar implementasi BIM bagi industry jasa konstruksi dalam meningkatkan efisiensi dan kolaborasi serta menghadapi kerasnya persaingan global, maka seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyelenggaraan pembangunan (AEC) harus segera melibatkan BIM dalam proses kerjanya (*workflow*).

Dibandingkan dengan Singapura, sejak tahun 2015 seluruh industri jasa konstruksinya sudah mengadopsi BIM, maka industri jasa konstruksi di Indonesia harus segera mengembangkan dan/atau mengimplementasikan BIM dalam proses kerjanya (*workflow*), menyusun pedoman adopsi BIM, serta mendorong kolaborasi bagi seluruh pemangku kepentingan.

## F. UCAPAN TERIMA KASIH

1. BIM PUPR, Balitbang PUPR, Kementerian PUPR.
2. Autodesk Asia, Pte. Ltd, Indonesia.



3. PT. Applicad Indonesia.
4. PT. Glodon Technical Indonesia.
5. PT. Tiga Dinamika Solusi Indonesia (3DS).
6. PT. Intiland Development Tbk.
7. PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.
8. PT. Indomegah Cipta Bangun Citra.
9. ATTAYA Architects;
10. HMP Architect, Jakarta – Indonesia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 3dsolusindo. (2018). *BIM is an intelligent 3D model based process*. (3DS) Retrieved from <https://www.3dsolusindo.com/news/bim-technologies/>
- Autodesk. (2019, May 1). *What Is BIM in construction?* (Autodesk Inc) Retrieved from <https://connect.bim360.autodesk.com/what-is-bim-in-construction>.
- Autodesk Inc. (2019). *What is BIM?* Retrieved from <https://www.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- Autodesk Support. (2019). *System requirements for Autodesk Revit 2019 products*. Retrieved from A: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System-requirements-for-Autodesk-Revit-2019-products.html>
- Autodesk, Inc. (2019). *How BIM is used in your industry*. Retrieved from <https://www.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- BIM PUPR. (2018). *Tentang Kami: latar belakang*. Retrieved from <http://bim.pu.go.id/tentang.html>
- BIM PUPR. (Mei 2018). *Panduan adopsi BIM dalam organisasi*. Jakarta: Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.
- BIMPanzee. (2019). *IM 3D, 4D, 5D, 6D AND 7D*. Retrieved from <http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d.html>
- Building and Construction Authority. (2015, June). *Building Information Model (BIM) Fund V2. Now firms can get more help to build up BIM collaboration capabilities*. Singapore. Retrieved from [https://www.bca.gov.sg/emailsender/BuildSmart062015/microsite/05\\_Building\\_Information\\_Model\\_\(BIM\)\\_Fund\\_V2.shtml](https://www.bca.gov.sg/emailsender/BuildSmart062015/microsite/05_Building_Information_Model_(BIM)_Fund_V2.shtml)
- Cheng, J. C. (2015). A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction*, ISSN 1874-4753, Vol. 20 (2015), 442. Retrieved from [https://www.itcon.org/papers/2015\\_27.content.01088.pdf](https://www.itcon.org/papers/2015_27.content.01088.pdf)
- Dirgantara, G. (2014, Januari 18). *Intiland jadi tempat belajar mahasiswa Arsitektur*. Retrieved from <https://banten.antaranews.com/berita/19772/intiland-jadi-tempat-belajar-mahasiswa-arsitektur>
- Goubau. T. (2016). *What is BIM? What are its benefits to the*

- construction industry?:  
<https://medium.com/@aproplan/what-is-bim-what-are-its-benefits-to-the-construction-industry-c2b9f8fa61e2>
- Graphisoft. (2019). *Eptar cadsupport*. Retrieved from Partner Solutions:  
[https://www.graphisoft.com/arc\\_hicad/partner\\_solutions/eptar/](https://www.graphisoft.com/arc_hicad/partner_solutions/eptar/)
- Graphisoft. (2019). *MEP modeling functions*. Retrieved from ARCHICAD.
- Graphisoft. (2019). *Structural solutions*. Retrieved from [https://www.graphisoft.com/arc\\_hicad/open\\_bim/structural\\_workflows/](https://www.graphisoft.com/arc_hicad/open_bim/structural_workflows/)
- Graphisoft. (2019). *System Requirements for GRAPHISOFT products*. Retrieved from System Requirements:  
[https://www.graphisoft.com/support/system\\_requirements/AC22/](https://www.graphisoft.com/support/system_requirements/AC22/)
- GSA. (2019, February 26). *Level of Detail*. Retrieved from <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/guidelines-for-bim-software/document-guides/level-of-detail>
- Hamil, S. (2013). *BIM, manufacturers information*. Retrieved from Construction Code:  
<http://constructioncode.blogspot.com/2013/01/bim-objects-from-manufacturers.html>
- Kaneta, T. F. (2016). Overview of BIM implementation in Singapore and Japan. *Journal of Civil Engineering and Architecture* 10 (2016) 1305-1312. doi: 10.17265/1934-7359/2016.12.001
- Madrid, J. A. (2015). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Spanish journal of BIM* (No.15/01). Retrieved from <http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/presentación/>
- Markets andMarkets Research Private. (2020). *Building information modeling market*. Retrieved from <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/building-information-modeling-market-95037387.html>
- NIBS. (2019). *National Institute of Building Sciences*. Retrieved from:  
<https://www.nationalbimstandard.org/about>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.. (2018). Lampiran 1 Peraturan Menteri Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 tentang pedoman pembangaungan banugnan gedung negara.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Profil PUPR*. Retrieved from <https://www.pu.go.id/article/25/tugas-dan-fungsi>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019 April 02). *Hadapi era industri konstruksi 4.0, tenaga kerja konstruksi harus terspesialisasi*.

- :  
<https://pu.go.id/berita/view/16831/hadapi-era-industri-konstruksi-4-0-tenaga-kerja-konstruksi-harus-terspesialisasi>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.. (2018). *Latar Belakang*. Retrieved from <http://bim.pu.go.id/tentang.html>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019, Agustus 27). *BIM : Bekerja Lebih Cerdas dengan Kolaborasi*. Retrieved from <http://bim.pu.go.id/berita/baca/40/bim-:-bekerja-lebih-cerdas-dengan-kolaborasi.html>
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017). *Implementasi BIM "Building Information Modelling"*. Jakarta:Author.
- Pengertian dan Fungsi Workstation* (2018). Retrieved from <https://idwebhost.com/blog/pengertian-dan-fungsi-workstation/>
- Putra, I. F. (2016, Januari 10). *Mempelajari Penerapan Building Information Modeling (BIM) di Amerika Serikat*. Retrieved from <https://medium.com/bicara-bim/mempelajari-penerapan-building-information-modeling-bim-di-amerika-serikat-acafd7274696>
- Sistem Informasi Belajar Intensif Mandiri Bidang Konstruksi (2019). *Building Information Modelling*. Retrieved from <http://sibima.pu.go.id/mod/page/view.php?id=3209>
- Syifahani, H. R. (2018). *Studi Komparasi Implementasi Building Information Modelling (BIM) di Singapura dan Inggris Ditinjau dari Aspek Kelembagaan*. Jakarta: Direktorat Rumah Susun Direktorat Jendral Penyediaan Perumahan Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Retrieved from [http://bim.pu.go.id/assets/files/Studi\\_Komparasi\\_Implementasi\\_BIM\\_di\\_Singapura\\_dan\\_Inggris\\_Ditinjau\\_dari\\_Aspek\\_Kelembagaan.pdf](http://bim.pu.go.id/assets/files/Studi_Komparasi_Implementasi_BIM_di_Singapura_dan_Inggris_Ditinjau_dari_Aspek_Kelembagaan.pdf)
- Unifilab. (2019). *BIM Software: Which is the most popular?* Retrieved from <https://unifilabs.com/BIM-software>
- Vaza, H. (2019). *Rencana pengembangan nasional roadmap BIM di Indonesia. Forum BIM Nasional Strategy Workshop 19- 20Maret 2019*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Level of developments for BIM (n.d)*. Retrieved from <https://www.cadeosys.com/cad-outsourcing-services.php>
- Wijaya Karya. (2019). *Press Release PT. Wijaya Karya*. Jakarta: WIJAYA KARYA). Retrieved from [www.wika.co.id](http://www.wika.co.id)
- Xianbo Zhao, S. G. (n.d.). *What hinders the BIM ddoption in Singapore: An empirical study*. Retrieved from [https://www.academia.edu/30452506/What\\_Hinders\\_the\\_BIM](https://www.academia.edu/30452506/What_Hinders_the_BIM)

[Adoption in Singapore An  
Empirical Study](#)