

Kajian Implementasi *BIM (Building Information Modeling)* di Indonesia Berdasarkan Perspektif Pelaksana Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Kontraktor BUMN)

Aditya Pratama*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung, E-mail: aditamaa13@gmail.com

Puti Farida Marzuki

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, E-mail: puti@si.itb.ac.id

Abstrak

BIM (Building Information Modeling) adalah simulasi model 3D yang menghubungkan informasi perencanaan, desain, konstruksi, dan operasional sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi konstruksi. Namun, adopsi BIM di Indonesia relatif lambat. Maka dari itu, dilakukan identifikasi kondisi implementasi BIM untuk mengetahui arah penggunaan dan perkembangannya. Penerapan BIM yang optimal didasari implementasi dua faktor utama, yaitu kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM dan implementasi fasilitas pendukung. Berdasarkan hasil penelitian, BIM mayoritas dimanfaatkan pada fase proyek: Konstruksi, Desain, dan Perencanaan dengan menggunakan aplikasi: REVIT, Navisworks, dan BIM 360. Kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM yang dominan dirasakan adalah: Collaboration Team Building, Communication, dan Clash Detection. Faktor utama penghambat Implementasi BIM adalah Aturan (Persiapan, Regulasi, dan Kontrak). Perlu disusun regulasi terkait aplikasi yang sering digunakan oleh pelaksana konstruksi. Potensi pengembangan implementasi BIM dirumuskan ke dalam 8 Usulan Potensi Pengembangan yang terbagi menjadi 3 jangka tahapan implementasi: Pendek (1-2 tahun), Menengah (3-4 tahun), dan Panjang (>5 Tahun). Implementasi BIM berpotensi mengembangkan Project Delivery tradisional DBB (Design-Bid-Build) menjadi DB (Design-Build). Implementasi BIM dengan Project Delivery berjenis DBB sama banyaknya dengan DB, menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat memfasilitasi penggunaan DB. Keterlibatan BIM Engineer adalah hal esensial dalam pelaksanaan proyek dengan BIM dan dapat mempermudah implementasi Project Delivery berjenis DB.

Kata-kata Kunci: Aplikasi BIM, BIM (*Building Information Modelling*), BIM engineer, fasilitas penunjang, hambatan implementasi, identifikasi kondisi implementasi BIM, kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM, kondisi implementasi BIM negara lain, project delivery, roadmap implementasi BIM

Abstract

BIM (Building Information Modeling) is a 3D model simulation that connects planning, design, construction, and operational information to increase construction effectiveness and efficiency. However, BIM adoption in Indonesia is relatively slow. Therefore, the identification of BIM implementation conditions is carried out to determine the direction of its development. Optimal BIM implementation is based on two factors: BIM functions maturity and implementation of supporting facilities. Based on research, most BIM is used in the project phases: Construction, Design, and Planning using the applications: REVIT, Navisworks, and BIM 360. The main benefits of using BIM are: Collaboration Team Building, Communication, and Clash Detection. Rules (Preparation, Regulations, and Contracts) are the main factors inhibiting BIM Implementation. Regulations need to be drawn up regarding applications that are often used by construction implementers. The development for BIM implementation is formulated into 8 Proposals which are divided into 3 stages: Short, Medium, and Long. BIM implementation has the potential to develop traditional DBB (Design-Bid-Build) Project Delivery into DB (Design-Build). There are as many BIM implementations with DBB type as DB, showing that the use of BIM can facilitate the use of DB. The involvement of a BIM Engineer is essential in implementing projects with BIM.

Keywords: BIM (*Building Information Modeling*), BIM application, BIM engineer, BIM implementation roadmap, conditions for implementing BIM in other countries, identification of BIM implementation conditions, implementation barriers, maturity of BIM function utilization, project delivery, supporting facilities

*Penulis Korespondensi: aditamaa13@gmail.com

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang sedang mengalami pertumbuhan pesat dalam 3 tahun terakhir dari 2015-2018. Dalam kurun waktu 3 tahun tersebut, Indonesia memiliki pertumbuhan ekonomi diatas 5% setiap tahunnya (BPS, 2018). Jika dibandingkan dengan pertumbuhan ekonomi Dunia yang berada di angka 2,4% (Kemenkeu, 2019), pertumbuhan ekonomi Indonesia berada cukup jauh diatasnya. Salah satu kontribusi terbesar pertumbuhan ekonomi tersebut berasal dari berbagai sektor, salah satu sektor yang mempunyai kontribusi besar adalah sektor Infrastruktur. Sektor Infrastruktur berkontribusi diatas 10% selama tahun 2016-2018, berada di peringkat ketiga setelah sektor industri pengolahan dan perdagangan (BPS, 2018).

Anggaran APBN untuk Sektor Infrastruktur juga terus mengalami kenaikan selama 5 tahun terakhir. Pada tahun 2014 misalnya, anggaran infrastruktur sebesar 157,4 Triliun Rupiah, sedangkan pada tahun 2019, anggaran tersebut meningkat sebesar 263,66% menjadi 415 Triliun Rupiah. Hal tersebut membuktikan bahwa pemerintah sadar akan kepentingan Sektor Infrastruktur untuk pertumbuhan Ekonomi Indonesia. Melihat besarnya investasi yang diberikan, keperluan akan pelaksanaan konstruksi yang efisien menjadi semakin penting. Salah satu *tools* yang dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi adalah BIM (*Building Information Modeling*).

BIM adalah simulasi proyek berupa model 3D yang terdiri dari komponen proyek yang terhubung dengan semua informasi terkait perencanaan, desain, konstruksi, dan operasional pada sebuah proyek (Kymmel, 2008). Berdasarkan Survey yang dilakukan oleh BCG (*Boston Consulting Group*), BIM yang terintegrasi adalah salah satu teknologi di masa depan yang mempunyai kemungkinan terjadi dan dampak yang terbesar, jika dibandingkan dengan teknologi teknologi lain, sehingga penerapan BIM pada dunia konstruksi merupakan hal yang perlu diterapkan.

Aplikasi BIM pada dunia konstruksi sangat beragam, dimulai dari visualisasi 3 dimensi, pembuatan Shop Drawing, Estimasi Biaya, Koordinasi *resources*, pendekripsi adanya tabrakan, kebutuhan forensik dari bangunan, dan kebutuhan perawatan dari bangunan tersebut (Azhar, 2011).

Namun, disamping besarnya manfaat dari penggunaan BIM, adopsi dari penerapan BIM masih tergolong lambat jika dibandingkan dengan yang telah diantisipasi (Azhar, 2008). Ada beberapa tantangan utama dari penerapan BIM, yaitu adalah kurangnya partisipasi manajemen dalam memberikan pelatihan, motivasi, dan pengawasan. Selain itu, kurang jelasnya standar rencana mutu sehingga mempersulit pelaksanaan. Terakhir, kompleksitas pekerjaan BIM juga menjadi penghambat penggunaan BIM. (Hutama, 2019)

Implementasi BIM di Indonesia harus sesuai dengan level dari kedewasaan pengguna, bertahap dimulai dari

level 0 penggunaan oleh aplikasi 2D, bergerak ke level 1 menggunakan kombinasi aplikasi 2D dan 3D, lalu ke level 2 dimana perpindahan data dalam bentuk CDE (*Common Data Environment*), hingga ke level 3 yang sudah menerapkan sistem BIM terintegrasi secara penuh dengan menggunakan bantuan koneksi Internet, dan sudah mendukung *Delivery Life Cycle*.

Jika kondisi dari implementasi BIM sudah diketahui secara jelas, maka arah penggunaan dan perkembangan BIM di Indonesia akan semakin jelas bagi para pengguna, sehingga akan mendorong tingkat penggunaan BIM di Indonesia, dan menciptakan konstruksi yang efisien.

Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui manfaat yang diperoleh dari penggunaan BIM pada Proyek Konstruksi dan mengetahui sejauh apa manfaat BIM di Indonesia sudah terlaksana
2. Mengevaluasi implementasi BIM pada Proyek Konstruksi di Indonesia dan mengetahui faktor penghambat dominan yang mempengaruhinya
3. Mengevaluasi potensi pengembangan Implementasi BIM di Indonesia berdasarkan penerapan di negara lain dan usulan dari para ahli.

2. Studi Pustaka

2.1 Proyek konstruksi

2.1.1 Definisi dan karakteristik proyek konstruksi

Proyek secara umum merupakan sebuah kumpulan dari berbagai aktivitas yang mempunyai hubungan satu dengan lainnya. Proyek adalah usaha bersifat sementara yang dilakukan untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Umumnya proyek melibatkan beberapa orang dengan aktivitas yang saling berhubungan, dan sponsor utama proyek tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu (Dimyati & Nurjaman, 2014)

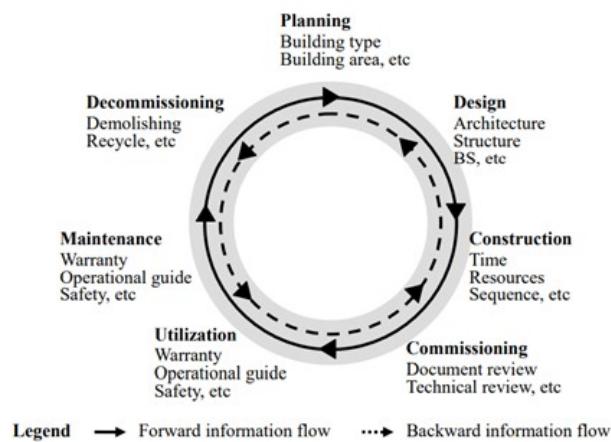
Berdasarkan Dimyati & Nurjaman (2014), beberapa karakteristik proyek adalah: Unik, Bersifat Sementara, Memerlukan Alat Bantu Kontrol, Memerlukan Sumber Daya dari berbagai lintas disiplin ilmu, Membutuhkan pendanaan, dan Memiliki Ketidakpastian.

2.1.2 Fase pada proyek konstruksi

Lifecycle sebuah proyek konstruksi dapat dibagi kedalam 7 tahapan berulang, dimulai dari perencanaan/*planning* hingga *decommissioning* atau penghancuran. Penjelasan dari setiap tahapan tersebut adalah: (Guo, 2010)

1. Planning/Perencanaan

Owner mendeskripsikan konsepsi dari proyek konstruksi dengan konsultan maupun *designer* yang bertanggung jawab untuk mendesain bangunan.



Gambar 1. Lifecycle dan aliran informasi dari sebuah proyek konstruksi (Sumber: Guo, 2010)

2. Design/Desain

Designer baik dari segi arsitektur, struktur, dan pihak lain akan memperoleh *visual planning* dalam bentuk *digital mock-up*. Pada metode tradisional, masing-masing pihak yang mendesain arsitektur, struktur, dan pihak lain akan secara terpisah melakukan desain, sehingga akan terjadi konflik.

3. Construction/Konstruksi

Berfokus kepada metode dan teknik konstruksi yang digunakan, alokasi dan penggunaan dari sumber daya untuk mengontrol waktu konstruksi, biaya, dan kualitas.

4. Commissioning/Pengaktifan

Seluruh dokumen dari tahapan sebelumnya akan dievaluasi secara menyeluruh sehingga Owner dapat mengerti keseluruhan proyek dengan menggunakan dokumen secara visual, dan membantu penghematan waktu dalam proses tersebut sehingga solusi yang dihasilkan dapat menyelesaikan masalah.

5. Utilization/Pemanfaatan

Penyediaan *digital mock-up* kepada owner untuk mengorganisir operasi atau pemanfaatan dari bangunan. *Digital Mock-up* dibuat saat fase desain dan diperbarui sampai pada fase pemanfaatan.

6. Maintenance/Perawatan

Model utama dari bangunan menyediakan informasi untuk pihak yang bertugas merawat atau mengganti bagian dari bangunan. Model 3D dapat membantu pihak yang bertugas merawat secara lebih jelas. Model yang menyertakan informasi manufaktur (misalnya nama, nomor telepon, alamat, dll) dan informasi peralatan/material (misalnya, nama, tipe, dll), yang terintegrasi dengan model utama.

7. Decommissioning/Penonaktifan

Pada akhir dari masa layan bangunan, model utama digunakan untuk menginformasikan pembongkaran. Model utama dapat digunakan untuk menentukan komponen utama struktur sehingga prosedur pembongkaran yang tepat dapat ditentukan.

2.1.3 Kelompok proses pada proyek konstruksi

Berdasarkan PMBOK Guide 6th Edition, proses dari manajemen sebuah proyek dibagi berdasarkan 5 tahapan, dengan 10 *Knowledge Area*. Penjelasan dari setiap *Knowledge Area* adalah (Sumber: PMBOK Guide 6th Edition):

1. Project Integration Management

Project Integration Management termasuk kedalam proses aktivitas seperti mengidentifikasi, mendefinisi, menggabungkan, dan mengkoordinasikan berbagai proses dalam aktivitas manajemen proyek

2. Project Scope Management

Project Scope Management termasuk kedalam proses yang dibutuhkan untuk memastikan sebuah proyek berjalan dengan baik, seperti seluruh aktivitas yang dibutuhkan.

3. Project Schedule Management

Project Schedule Management termasuk kedalam proses yang dibutuhkan untuk mengatur waktu dilaksanakannya kegiatan dalam proyek hingga proyek berakhir

4. Project Cost Management

Project Cost Management termasuk proses dimulai dari perencanaan, estimasi, penganggaran, pembiayaan, pendanaan, pengelolaan, dan kontrol terkait dengan biaya agar proyek dapat diselesaikan dalam anggaran yang telah disepakati

5. Project Quality Management

Project Quality Management termasuk kedalam proses yang menggabungkan kebijakan mutu dari sebuah organisasi, dimulai dari perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian persyaratan kualitas untuk memenuhi kebutuhan.

6. Project Resource Management

Project Resource Management termasuk kedalam proses yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi, memperoleh, dan mengatur sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek.

7. Project Communications Management

Project Communications Management termasuk kedalam proses yang dibutuhkan untuk memastikan semua informasi dalam sebuah proyek dapat berjalan dengan lancar, dimulai dari permasalahan terkait dengan perencanaan, koleksi, pembuatan, distribusi, tempat, pemerolehan, pengaturan, kontrol, pengawasan dari informasi.

8. Project Risk Management

Project Risk Management adalah proses yang termasuk di dalam mengadakan perencanaan, identifikasi, analisis, perencanaan tanggapan dan implementasi, dan pengawasan risiko dari sebuah manajemen risiko dari proyek.

9. Project Procurement Management

Project Procurement Management termasuk kedalam berbagai proses yang dibutuhkan untuk membeli

atau memperoleh sebuah produk, pelayanan, ataupun hasil yang dibutuhkan dari luar proyek

10. Project Stakeholder Management

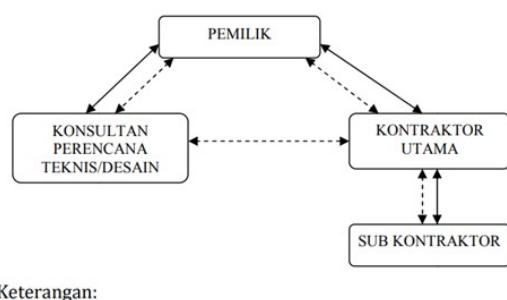
Project Stakeholder Management termasuk kedalam proses yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi orang, kelompok, maupun organisasi yang dapat berdampak atau terkena dampak dari keberadaan sebuah proyek. Selain itu, diperlukan adanya analisa dari ekspektasi pemegang kepentingan dan dilakukan pengembangan strategi manajemen yang efektif, agar pemegang kepentingan dapat ikut serta secara aktif membuat keputusan maupun pelaksanaannya.

2.1.4 Klasifikasi jenis *project delivery* pada proyek konstruksi

Project Delivery dalam proyek konstruksi dibagi menjadi beberapa jenis bagian, yaitu adalah:

1. DBB (Design-Bid-Build)

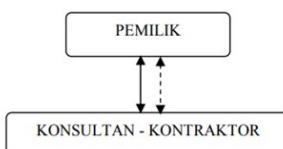
DBB adalah metode pengadaan jasa proyek konstruksi, dimana pemilik/owner memilih 2 penyedia jasa. 1 Penyedia jasa bertugas menyelesaikan desain konstruksi, dan 1 penyedia jasa lainnya yang bertugas untuk menyelesaikan konstruksi bangunan. Antara kedua penyedia jasa, tidak terdapat perjanjian kontrak yang mengikat keduanya. Hubungan kontrak dalam metode DBB dapat dilihat seperti **Gambar 2** dibawah ini:



Gambar 2. Hubungan kontrak dalam metode DBB

2. DB (Design-Build)

DB adalah metode pengadaan jasa proyek konstruksi, dimana pemilik/owner memilih satu penyedia jasa yang dapat menyelesaikan desain dan konstruksi dalam satu perjanjian kontrak. Setelah proyek telah selesai, Owner/pemilik bertanggung jawab untuk operasi dan maintenance/pemeliharaannya



Gambar 3. Hubungan kontrak dalam metode DB

3. PPP (Public-Private Partnership)

PPP adalah variasi dari DB, dimana Operator dan Developer menawarkan variasi kepada Owner dalam menjalankan DB, dan ditambahkan tanggung jawab operasi dan pemeliharaan proyek kepada Design-Builder. Ketika Proyek Selesai, Design-Building “turn over the keys”, namun tanggung jawab masih ada di Design-Builder. Dalam kontrak PPP, Owner adalah Pemerintah yang mengundang pihak swasta untuk berpartisipasi dalam pengadaan infrastruktur untuk publik

4. CM (Construction Management)

CM atau manajemen konstruksi dalam proses kontrak dimana, CM ditugaskan oleh Owner/Pemilik untuk membuat dokumen procurement dan mengawasi pelaksanaan konstruksi. CM dapat berperan dari awal proyek. Beberapa jenis dari CM adalah sebagai berikut:

5. IPD (*Integrated Project Delivery*)

Integrated Project Delivery adalah metode yang didalam kontrak, dibutuhkan kolaborasi dari setiap pihak utama, dimulai dari Owner, Designer, maupun Builder. Sehingga, risiko, tanggung jawab, maupun liabilitas dari Project Delivery diatur secara bersama, dan dibagikan.

2.2 BIM (*Building Information Modeling*)

2.2.1 Definisi BIM

BIM adalah simulasi proyek berupa model 3D yang terdiri dari komponen proyek yang terhubung dengan semua informasi terkait perencanaan, desain, konstruksi, dan operasional pada sebuah proyek (Kymmel, 2008).

Penelitian yang dilakukan Dan (2015) menyimpulkan bahwa implementasi dari BIM akan melibatkan perubahan dari sisi teknologi dan perubahan dari sisi organisasi. Perubahan sisi teknologi merujuk pada perubahan *tools* yang digunakan oleh profesional, seperti dari CAD menuju Revit, hasil kerja dari gambar 2D menjadi model 3D BIM, dan sistem informasi manajemen. Sedangkan terkait dengan perubahan terkait organisasi menekankan pada penyesuaian terkait dengan operasi konstruksi, seperti pola kerja profesional, adanya mekanisme kolaborasi, metode *procurement* selama keberjalanan *Lifecycle* proyek. Perubahan dari sudut pandang tersebut juga bisa jadi merupakan salah satu cara untuk mengimplementasikan BIM, dan akan sangat berguna untuk mengintegrasikan baik dari aspek teknologi maupun sosial.

Dalam perkembangannya, BIM juga adalah sebuah *tools* yang membuka peluang pada sebuah proyek konstruksi menerapkan sistem *Project Delivery* berjenis IPD (*Integrated Project Delivery*). Penerapan IPD menjadi penting, karena dapat mengurangi kesalahan, kerusakan, maupun biaya untuk keseluruhan pelaksanaan desain, konstruksi, dan pelaksanaan (Aniendhita, 2010)

Ruang Lingkup keterlibatan BIM dalam proyek konstruksi dapat dibagi kedalam istilah 3-D hingga 7-D, dengan kriteria sebagai berikut:

- **3 Dimensi : Pemodelan**
 - ◊ Kondisi Model Eksisting
 - ◊ Model Logistik dan Keamanan
 - ◊ Rendering Animasi
 - ◊ Laser prefabrikasi dan Field Layout berbasis BIM
- **4 Dimensi : Penjadwalan**
 - ◊ Simulasi Fase Proyek
 - ◊ Simulasi Instalasi mendetail
 - ◊ Validasi Visual untuk pembayaran
- **5 Dimensi : Estimasi Biaya**
 - ◊ Ekstraksi Kuantitas untuk perhitungan Estimasi Biaya
 - ◊ Solusi Prefabrikasi
 - ◊ Value Engineering (Visualisasi, Kuantitas, dan kondisi What-if)
 - ◊ Verifikasi Trade berdasarkan model fabrikasi
- **6 Dimensi : Sustainabilitas**
 - ◊ Analisis Konseptual Energi
 - ◊ Analisis Energi secara detail
 - ◊ Pemanfaatan Elemen yang sustainable
 - ◊ LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)
- **7 Dimensi : Aplikasi dalam Manajemen Fasilitas**
 - ◊ Strategi Life Cycle BIM
 - ◊ BIM As-Builts

2.2.2 Manfaat BIM

Manfaat dari BIM adalah: (Sumber: Rokooei, 2015)

1. Clash Detection
2. Constructability
3. Analysis
4. Time & Cost Estimation (4D & 5D)
5. Integration
6. Quantity Take-Off
7. Element Based Models
8. Collaboration and Team Building
9. Communication

Berdasarkan hubungan dari Manajemen Proyek yang terdapat pada PMBOK, dapat diperoleh sebuah hubungan antara penggunaan dari BIM dan manfaatnya terhadap manajemen Proyek. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 4**.

2.2.3 Tahapan pengembangan BIM

Tahapan pengembangan BIM dalam proyek konstruksi pada umumnya akan dibagi kedalam 4 tahapan, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5** disamping ini: (Succar, 2008)

1. Pre-BIM

Tahapan BIM akan dimulai dari awal yang disebut sebagai “Pre-BIM”, yaitu tahapan dimana belum



Gambar 4. PMBOK dan peran BIM dalam manajemen proyek (Sumber: Rokooei, 2015)



Gambar 5. Tahapan pengembangan BIM (Succar, 2008)

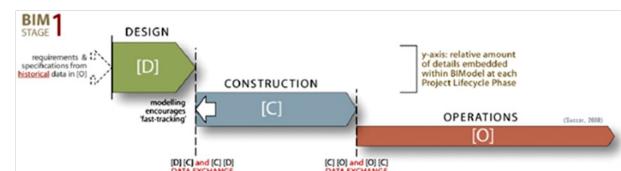
diterapkannya BIM, namun menggunakan manual, 2D maupun 3D CAD

2. BIM Stage 1: Object-Based Modelling

Tahapan awal implementasi BIM. Tahapan ini menggunakan *software tool* yang berdasarkan 3D *Parametric* seperti ArchiCAD, Revit, Digital Project, dan Tekla (Succar, 2009). Serupa dengan tahapan Pre-BIM, tidak ada pertukaran model untuk bidang keilmuan yang berbeda. Permasalahan seperti hubungan kontrak, alokasi risiko, maupun *organisational behaviour* tetap ada (Succar, 2009). BIM Stage 1 mengedepankan sistem *fast tracking*. *Fast tracking* adalah kondisi dimana proyek pada tahapan desain dan konstruksi dilakukan secara bersamaan untuk menghemat waktu. Karena menyadari manfaat yang besar, hal ini yang akan membawa menuju BIM Stage 2

3. BIM Stage 2: Model-Based Collaboration

BIM Stage 2 dimulai pada saat terjadi kolaborasi secara aktif antara bidang keilmuan yang berbeda. Contohnya adalah penggunaan Revit Architecture dan Revit Structure yang dapat diakses bersamaan dengan file format.RVT, maupun dengan aplikasi yang berbeda seperti ArchiCAD dan Tekla dengan file format IFC. (Succar, 2009). Seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 7**, terjadi sebuah integrasi pada tahapan desain dan konstruksi, sehingga pada tahapan ini, akan dihasilkan sebuah solusi yang optimal. Tetapi pada tahapan ini, belum ada integrasi yang terjadi antara tahapan desain dan

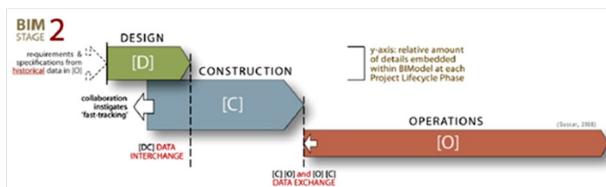


Gambar 6. Model linear project life cycle BIM stage 1 (Sumber: Succar, 2008)

konstruksi dengan operasi, sehingga permasalahan di masa depan yang muncul adalah terkait ketidaksambungan antara operasi dengan hasil desain dan konstruksi.

4. BIM Stage 3: Network-Based Integration

Pada *Stage ke-3*, BIM model akan dioperasikan secara kolaboratif dari awal hingga akhir proyek

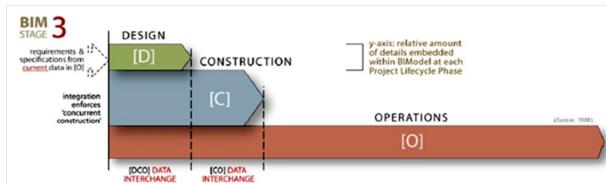


Gambar 7. Model linear project life cycle BIM stage 2
(Sumber: Succar, 2008)

sesuai dengan **Gambar 8**. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan Teknologi Server. Aspek-aspek seperti Prinsip *Lean Construction*, *Green Policies*, kebutuhan biaya untuk *lifecycle*, hingga *business intelligence* sudah dapat dilakukan dari awal fase desain.

Selain itu, karena semua jenis aktivitas mulai dari desain, konstruksi, dan operasi dilakukan dari awal hingga akhir, maka akan dihasilkan sebuah produk yang mempunyai manfaat paling besar dan efisiensi paling tinggi, jika dibandingkan dengan sistem konvensional, sehingga dapat meningkatkan aspek *constructability*, *operability*, hingga *safety*.

BIM Stage 3 juga melihat kebutuhan implementasi dari hubungan kontrak, model alokasi risiko, dan yang lain sebagainya, sehingga merupakan salah satu fasilitas utama ke dalam sebuah *Project Delivery* yang baru, yang IPD (*Integrated Project Delivery*)



Gambar 8. Model linear project life cycle BIM stage 3
(Sumber: Succar, 2008)

2.2.4 Hambatan implementasi BIM

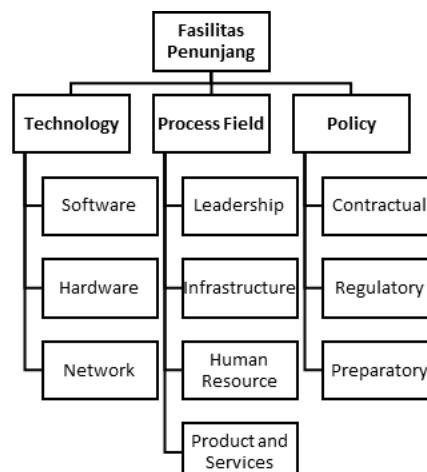
Berdasarkan Boya Ji, Zhenqiang Qi, dan Zhanyong Jin I (2014), Faktor-faktor penghambatan penerapan BIM dalam Proyek Konstruksi dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu adalah:

1. Faktor Penghambat Organisasi
2. Faktor Penghambat Personal
3. Faktor Penghambat Teknologi
4. Faktor Penghambat Lainnya

3. Metodologi

Penerapan BIM yang optimal didasari dari kelengkapan penerapan dua hal utama, yaitu **kedewasaan pemanfaatan fungsi dari BIM** dan **implementasi fasilitas penunjang**. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, maka dapat digambarkan kondisi penerapan BIM di Indonesia saat ini.

Penerapan BIM yang baik hingga dapat dimanfaatkan seluruh fungsinya sangat didukung oleh fasilitas penunjangnya. Fasilitas penunjang ini yang menentukan perkembangan dari BIM. Hal ini dikarenakan untuk mengembangkannya dipengaruhi oleh baik dan buruknya implementasi dari fasilitas penunjang tersebut. Fasilitas yang dibutuhkan tersebut,



Gambar 9. Fasilitas penunjang BIM

Tabel 1. Faktor penghambat organisasi

No	Faktor Penghambat	Sumber
1	Kurangnya kemampuan SDM (Sumber daya manusia) yang ditempatkan di Proyek	Prayogo, 2000
2	Kebiasaan Sistem kerja terdahulu yang ada di perusahaan (Budaya Organisasi Perusahaan)	Agustiawan, 2011
3	Kurangnya jelaskan Sasaran BIM yang diterapkan perusahaan	Sekarsari, 2019
4	Kurangnya Motivasi Individu dalam pengembangan BIM	Prayogo, 2000 Boya Ji, 2014
5	Kurangnya Tanggung Jawab Individu terhadap Hasil pekerjaan BIM	Prayogo, 2000, Boya Ji, 2014
6	Kesulitan dalam Operasi perangkat Keras dan Lunak	Migilinskas, Popov, 2013
7	Kurangnya fasilitas Komputer yang memenuhi Spesifikasi pada Proyek	Migilinskas, Popov, 2013
8	Kurangnya partisipasi Manajemen dalam pemberian motivasi, pelatihan, dan pengawasan	Boya, Ji 2014
10	Kurangnya SDM untuk menggunakan BIM (Pada perusahaan Kecil)	Boyi Ji, 2014
11	Kurangnya Standar Prosedur Operasional BIM yang ditetapkan perusahaan	Sekarsari, 2019
12	Tidak diterapkannya BIM manajemen Proyek karena pihak Kontraktor dan Perencana tidak menggunakan	Boyi ji 2014

Tabel 2. Faktor penghambat personal

No	Faktor Penghambat Personal	Sumber
1	Kurangnya Pemahaman terkait Komputerisasi	Sekarsari, 2019
2	Kurangnya pemahaman secara individu terkait BIM	Boya Ji, 2014
3	Kurangnya etika individu dalam penggunaan perangkat BIM	Sekarsari, 2019
4	Penggunaan BIM manajemen proyek menurunkan produktivitas dalam melaksanakan Pekerjaan	Prayogo, 2000
5	Pengembangan BIM belum sempurna	Boya Ji 2014
6	Kurangnya BIM sebagai dasar dalam efisiensi pelaksanaan	Boya Ji, 2014 Migilinskas, Popov 2013

Tabel 3. Faktor penghambat teknologi

No	Faktor Penghambat Teknologi	Sumber
1	Permasalahan dalam Pertukaran Data	Sekarsari, 2019
2	Kesulitan Sistem pada Software BIM	Sekarsari, 2019,
3	Kejahatan Komputer (Hacker dan Virus)	Prayogo, 2000
4	Tingginya tingkat kesulitan dalam sinergi desain (Kurang memenuhi kebutuhan User) dan terbatasnya transfer data dikarenakan ketidakcocokan sistem antar pelaku proyek	Boya Ji, 2014 Migilinskas & Popov 2013
5	Tingginya Biaya dari Software BIM yang digunakan	Eadie, 2014

Tabel 4. Faktor penghambat lain-Lain

No	Faktor Penghambat Lain-Lain	Sumber
1	Kepemilikan data BIM	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
2	Kontrol atas data dan tanggung jawab untuk data yang tidak akurat	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
3	Permasalahan terkait tanggung jawab untuk interface teknologi dari berbagai program	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
4	Permasalahan sistem manajemen karena implementasi BIM	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
5	Kurang jelasnya kesepakatan terkait metodologi implementasi BIM	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
6	Masih kurangnya proses standardisasi penerapan BIM dan guideline implementasinya	Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo
7	Kurangnya Standardisasi BIM untuk integrasi model dan manajemen dari berbagai bidang keahlian berbeda	D. Thompson, R.G Miner
8	Masalah interoperabilitas (interaksi antar berbagai sistem kompleks) dapat menimbulkan berbagai risiko	D. Thompson, R.G Miner
9	Permasalahan terkait lisensi member kerja, ketika terdapat member diluar owner dan arsitek/insinyur	D. Thompson, R.G Miner
10	Risiko terkait legal, misalnya kurangnya determinasi kepemilikan data BIM dan kebutuhannya dalam melindungi hak cipta	D. Thompson, R.G Miner
11	Permasalahan kontraktual, seperti proses kontrol data kedalam model, dan tanggung jawab jika terjadi ketidakakuratan	D. Thompson, R.G Miner
12	Terdapat permasalahan terkait learning curve (kurva pembelajaran)	K. Ku, M. Taiebat
13	Kurangnya tenaga kerja yang mempunyai keahlian terkait BIM	K. Ku, M. Taiebat
14	Tingginya biaya implementasi BIM	K. Ku, M. Taiebat
15	Kurangnya partisipasi dari Arsitek, Insinyur, dan Kontraktor	K. Ku, M. Taiebat
16	Kurangnya proses kolaborasi kerja	K. Ku, M. Taiebat
17	Kurangnya standard model yang digunakan	K. Ku, M. Taiebat
18	Kurangnya kesepakatan legal maupun kontraktual	K. Ku, M. Taiebat

tidak hanya dalam konteks fisik, namun juga dari berbagai aspek lainnya seperti sumber daya manusia, peraturan, organisasi, dan aspek lainnya. Berdasarkan hasil dari studi literatur (Succar, 2009), didapatkan 3 kriteria utama dari fasilitas penunjang tersebut termasuk pendetaillannya.

Dalam implementasi fasilitas ini tentunya melalui rangkaian proses yang tidak terhindari dari hambatan-hambatan yang dapat muncul. **Hambatan dalam implementasi fasilitas penunjang** ini merupakan sumber masalah yang perlu diselesaikan agar fasilitas dapat terimplementasi dengan baik. Hambatan penting

untuk diidentifikasi sebagai bahan evaluasi dari terhambatnya implementasi fasilitas. Bentuk masalah tersebut dapat berupa hambatan yang membuat suatu fasilitas belum terimplementasi, sehingga penyelesaian masalah tersebut dapat mendorong implementasi fasilitas. Selain itu, bentuk hambatan lainnya dapat berupa fasilitas yang sudah terimplementasi namun masih terhambat masalah tertentu, sehingga penyelesaian masalah tersebut membantu sebagai bahan evaluasi implementasi agar dapat menerapkan fasilitas dengan lebih efektif dan efisien. Maka dari itu, faktor lain yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi dari BIM di Indonesia adalah dari sejauh mana fasilitas

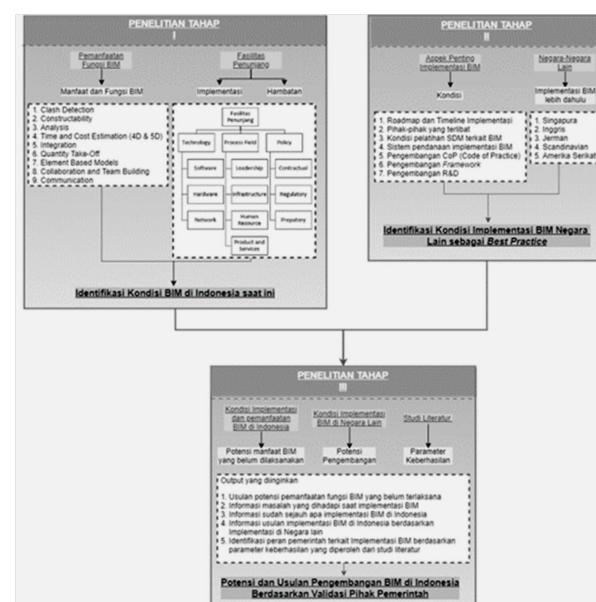
penunjang telah terimplementasi dan hambatan-hambatan yang dirasakan.

Sehingga, dengan mengetahui dua hal utama tersebut dapat dilakukan **identifikasi kondisi BIM di Indonesia saat ini**. Sejauh mana **kedewasaan pemanfaatan fungsi dari BIM** sudah dilaksanakan dan dampaknya. Sejauh mana **implementasi dari fasilitas penunjang** untuk mendukung kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM dengan mengetahui **hambatan dalam implementasi fasilitas penunjang** di lapangan sebagai bahan evaluasi. Setelah mengidentifikasi kondisi BIM di Indonesia saat ini, perlu dilakukan **identifikasi kondisi BIM di negara lain**. Maksud dari identifikasi ini adalah agar dapat membandingkan kemajuan di Indonesia dengan negara lain. Kondisi ini tentunya perlu menggambarkan dua hal utama dalam penerapan BIM seperti yang telah diidentifikasi untuk kondisi di Indonesia, yaitu kedewasaan pemanfaatan fungsi dan fasilitas penunjangnya

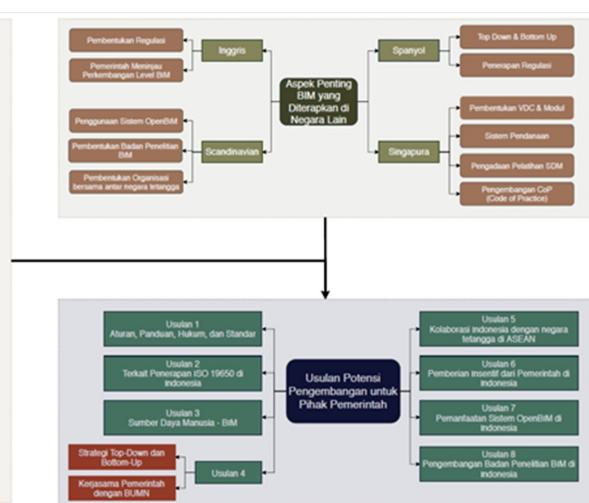
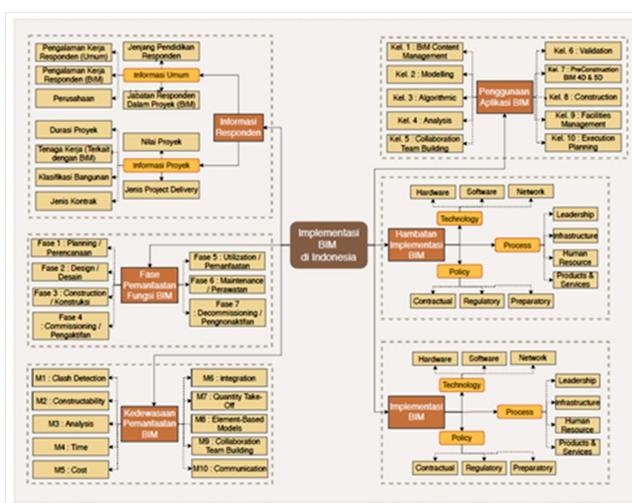
Selain menjadi pembanding, kondisi di negara lain juga dapat menjadi masukan untuk arah kemajuan implementasi atau penerapan BIM di Indonesia. Untuk itu, negara yang dijadikan acuan merupakan negara-negara yang lebih maju dalam penerapan BIM dibandingkan Indonesia. Sehingga perkembangan BIM di negara-negara tersebut dapat menjadi *best practice*. Hal yang dibutuhkan untuk menjadi masukan arah kemajuan penerapan BIM di Indonesia selain kondisi saat ini adalah tahapan yang negara lain lakukan untuk menerapkan BIM. Tahapan tersebut biasa ditulis dalam bentuk *roadmap*. Melalui *roadmap*, dapat dilihat tahapan yang perlu dilakukan untuk mencapai kondisi saat ini juga tahapan yang akan dilakukan untuk melanjutkan penerapan BIM di kemudian hari hingga BIM dapat diterapkan secara komplit. Dengan menganalisis *roadmap* tersebut, dapat dipelajari aspek-aspek yang sudah dan belum diterapkan pada BIM di Indonesia, sehingga BIM di Indonesia dapat melanjutkan ke tahapan selanjutnya. Untuk aspek yang belum terlengkapi, dapat menjadi bahan pertimbangan evaluasi yang harus dibenahi. Sedangkan untuk aspek yang sudah terlengkapi, hal tersebut dapat menjadi titik awal

arah pengembangan BIM di Indonesia yang disesuaikan dengan tahapan-tahapan dalam *roadmap* tersebut.

Hasil dari identifikasi kondisi BIM di Indonesia saat ini dan negara lain yang lebih maju digunakan untuk penentuan arah perjalanan dari pengembangan BIM. Penentuan yang dimaksud adalah **potensi dan usulan pengembangan** dikemudian hari. Potensi dan usulan pengembangan digunakan sebagai pedoman pengambilan keputusan terbaik untuk kemajuan BIM di Indonesia. Dengan telah dirumuskannya potensi dan usulan pengembangan tersebut, pengambilan keputusan akan lebih bijak karena didasari oleh penelitian yang tepat dengan memperhitungkan kondisi saat ini dan *best practice* dari negara yang lebih dahulu menerakannya. Potensi dan usulan pengembangan merumuskan hal-hal yang masih kurang dan perlu dibenahi, dan bagian-bagian yang dapat diutamakan pengembangannya.



Gambar 10. Kerangka penelitian



Gambar 11. Metodologi penelitian

Sehingga, berdasarkan alur berpikir yang sudah diuraikan, penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan utama.

1. Tahapan pertama adalah melakukan identifikasi kondisi BIM di Indonesia saat ini untuk mendapatkan posisi kemajuan pengembangan BIM di Indonesia.
2. Tahapan kedua adalah melakukan identifikasi kondisi dan *roadmap* BIM negara lain sebagai *best practice* untuk pembanding kondisi di Indonesia dan arahan pengembangan BIM di Indonesia.
3. Hasil dari tahapan satu dan tahapan dua diolah dalam tahapan ketiga yaitu perumusan potensi dan usulan pengembangan BIM di Indonesia sebagai dasar

4. Pengolahan Data

4.1 Identifikasi kondisi implementasi BIM di Indonesia saat ini

Proses identifikasi Kondisi Implementasi BIM di Indonesia akan dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 24 responden yang bekerja di berbagai BUMN Kontraktor di Indonesia dan memiliki pengalaman bekerja dengan menggunakan BIM. Sebagai besar responden memiliki Jabatan sebagai BIM Engineer yang berasal dari 11 Proyek berbeda.

4.1.1 Penggunaan aplikasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia

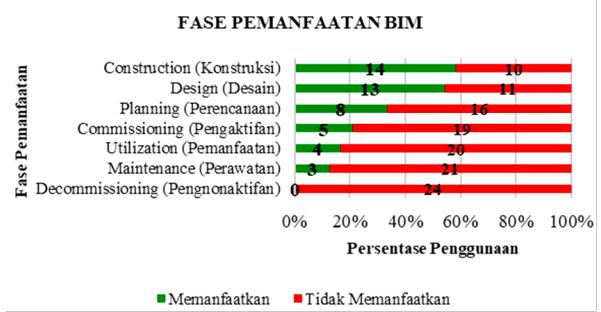
Penggunaan Aplikasi REVIT, Navisworks, dan BIM 360 sangat tinggi dan hampir digunakan oleh seluruh responden. Hal ini tentunya merupakan informasi yang dapat digunakan sebagai potensi pengembangan **pembentukan template resmi** dari Pemerintah terkait dengan penggunaan BIM tersebut.

4.1.2 Fase pemanfaatan BIM di Indonesia

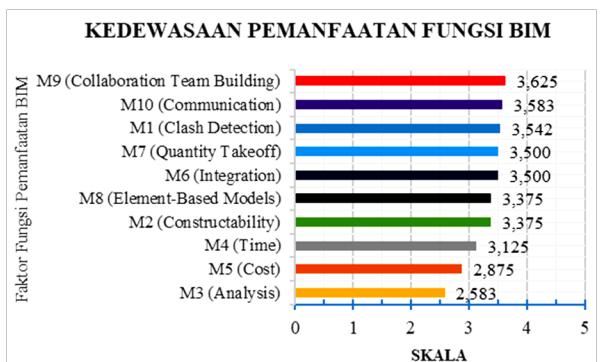
BIM di Indonesia sebagian besar masih dimanfaatkan pada fase **Konstruksi, Desain, dan Perencanaan dari proyek**. Pemanfaatan BIM dalam hal pengaktifan bangunan, pemanfaatan dan perawatan **masih belum dimanfaatkan**. Pemanfaatan BIM untuk proses pengonaktifan masih belum dimanfaatkan sama sekali. Hal ini menunjukkan potensi pemanfaatan fase BIM pada fase-fase yang belum dilaksanakan.



Gambar 12. Aplikasi BIM dengan pengguna terbanyak di Indonesia



Gambar 13. Fase pemanfaatan BIM di Indonesia



Gambar 14. Kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM di Indonesia

Gambar 15. Faktor hambatan implementasi BIM di Indonesia

4.1.3 Kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM di Indonesia

Manfaat utama yang diutilisasi dalam penggunaan BIM adalah terkait dengan **Collaboration Team Building (M9)**, kemudahan dalam proses komunikasi, clash detection, perhitungan quantity take-off, hingga proses integrasi yang lebih mudah. Namun potensi pengembangan dapat dilakukan kepada pemanfaatan BIM untuk **melakukan penjadwalan (M4), estimasi biaya (M5), maupun analysis energi (M3)**

4.1.4 Hambatan implementasi BIM di Indonesia

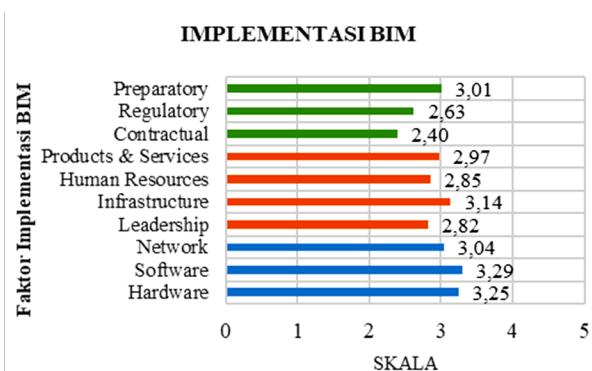
Dapat dilihat bahwa faktor penghambat Implementasi BIM terkait dengan **kurang tersedianya SDM** yang memadai dalam penggunaan BIM, disertai dengan **tingginya biaya software dan hardware**. Artinya, perlu adanya **lembaga pelatihan SDM** terkait dengan BIM yang memadai dan diregulasi dengan resmi,

Tabel 5. Peringkat terendah faktor implementasi BIM di Indonesia

Peringkat	Variabel	Faktor Implementasi BIM	Nilai
30	Y24	Ketersediaan Aspek Legalitas/Hukum terkait penggunaan BIM	2,29
29	Y23	Keterlibatan faktor eksternal seperti konsultan untuk menyediakan berbagai kebutuhan terkait dengan BIM	2,50
28	Y27	Partisipasi keseluruhan supply chain konstruksi untuk melakukan pengembangan di bidang ICT disebabkan oleh dampak aturan pemerintah	2,54
27	Y5	Keterlibatan pemegang kepentingan (stakeholder) seperti klien, konsultan, kontraktor, dan segala pihak yang terdampak dari penerapan BIM	2,58
26	Y26	Terdapat Standard terkait dengan integrasi dan komunikasi dari penggunaan BIM	2,63

Tabel 6. Peringkat tertinggi pada faktor penghambat implementasi BIM di Indonesia

Peringkat	Variabel	Faktor Penghambat Implementasi BIM	Nilai
1	X24	Kurangnya tersedianya jumlah SDM (Sumber Daya Manusia) yang memadai untuk penggunaan BIM	3,83
2	X21	Tingginya biaya awal software (aplikasi) yang harus dikeluarkan untuk dapat menggunakan BIM	3,71
3	X22	Tingginya harga awal hardware yang dapat digunakan untuk menggunakan BIM	3,67
4	X26	Kurangnya kemampuan/skill SDM (Sumber daya manusia) terkait dengan penggunaan BIM (Tenaga Kerja Profesional)	3,67
5	X47	Kurangnya Standardisasi BIM untuk integrasi model dan manajemen dari berbagai bidang keahlian berbeda	3,67

**Gambar 16. Faktor implementasi BIM di Indonesia**

sehingga SDM dapat menjawab **tantangan penggunaan BIM** di lapangan. Selain itu, perlu adanya keterlibatan dari Pemerintah dalam proses subsidi atau bantuan terkait biaya software dan hardware terkait pemanfaatan BIM.

4.1.5 Implementasi BIM di Indonesia

Dapat dilihat bahwa Implementasi BIM cukup rendah jika dilihat dari ketersediaan aspek legalitas/Hukum dan penerapan standar yang terintegrasi. Artinya, perlu adanya keterlibatan pemerintah dalam penetapan aspek legalitas/Hukum terkait dengan penggunaan BIM. Selain itu, pentingnya keterlibatan keseluruhan supply chain dalam konstruksi untuk melakukan pengembangan bidang ICT, seperti konsultan, stakeholder, dan lain lain, demi melancarkan implementasi BIM.

4.2 Identifikasi kondisi implementasi BIM di negara lain

Setiap negara yang mengimplementasikan BIM mempunyai berbagai ciri khas dan karakteristik masing

-masing, yang dapat dijadikan contoh atau pedoman bagi Indonesia, untuk mengimplementasikan BIM kedepannya. Beberapa negara tersebut adalah Spanyol, Singapura, Inggris, Scandinavian (Finlandia, Sweden, Denmark, Norwegia).

4.2.1 Kondisi implementasi BIM di negara Spanyol

Ada 2 hal utama yang diimplementasikan, yaitu adalah: Top-Down & Bottom Up dan Regulasi.

- **Top-Down & Bottom Up**

Keterlibatan sektor swasta dan sektor Pemerintah secara bersama dalam melakukan sistem koreksi dari Implementasi BIM, dimana Pemerintah membuat regulasi secara umum, dan pihak pelaksana atau swasta membuat hasil modifikasi untuk hal yang lebih detail

- **Regulasi**

Spanyol membuat regulasi yang jelas untuk menerapkan standar pekerjaan berdasarkan BIM (AEN/CTN41/SC3) berdasarkan komite yang ditunjuk secara langsung yang bertanggung jawab (AENOR). Spanyol juga sudah dengan cepat mewajibkan secara hukum penggunaan BIM pada tahun 2019

4.2.2 Kondisi implementasi BIM di negara Singapura

Implementasi BIM di Singapura adalah salah satu yang termaju di Asia Tenggara. 4 Hal yang dipelajari dari Implementasi bIM di Singapura adalah:

- **Pembentukan VDC (Virtual Design & Construction) beserta Modul VDC**

Hasil diskusi gabungan dari BIM Steering Committee dan Pemerintah membentuk VDC, dimana inti dari VDC adalah panduan terkait dengan bagaimana cara kolaborasi dari berbagai bidang keilmuan khususnya

Tabel 7. Rangkuman aspek utama pada implementasi BIM di negara Spanyol

Bagian	List	Keterangan Utama	Keterangan Tambahan
Komite	AENOR buildingSMART	Lembaga sertifikasi spanyol Konfrontasi antara sektor publik dan swasta	Pembuatan standard teknis dan protokol Terkait dengan pengembangan BIM di spanyol dengan Eropa
	AEN/CTN41/SC3 (2012) Catalonia adopsi standard IFC	Standar untuk pekerjaan konstruksi Pada tahun 2017, setelah kongres EUBIM	Memasukan metodologi "BIM" -
Progress	Program Spanish BIM 2018/2019	3 Tahapan program	3/12/2018: Saran penggunaan BIM untuk tender proyek publik 12/12/2018: Kewajiban penggunaan BIM untuk tender proyek publik
	Sinergi sektor publik & swasta	Pendekatan Top-Down & Bottom up	7/26/2019: Kewajiban (secara hukum) penggunaan BIM pada seluruh sektor infrastruktur Pemerintah menerapkan "open methodology with continuous correction" berdasarkan kondisi Swasta bertugas untuk memodifikasi metodologi pada level yang lebih detail
Strategi	Pembuatan es.BIM Initiative	10 strategi spanyol dalam implementasi BIM	-

Tabel 8. Rangkuman aspek utama pada implementasi BIM di negara Singapura

Metode	List	Keterangan Utama	Keterangan Tambahan
Komite	BIM Steering Committee	Gabungan dari Sektor Swasta	Memimpin pengembangan standar BIM dan SDM yang dibutuhkan
	BCA (Building and Construction Authority)	Membantu peningkatan produktivitas konstruksi	Penerapan sistem co-funding pemerintah dengan BCA
Progress	Timeline BIM e-submission Singapura	4 Tahapan Program	2013: Kewajiban BIM untuk submission (Arsitektural) Proyek Gedung > 20.000 m ² 2014: Kewajiban BIM untuk submission (Engineering) Proyek Gedung > 20.000 m ² 2015: Kewajiban BIM untuk submission (Engineering & Arsitektural) Proyek Gedung > 5000 m ² 2016: Pengembangan CoP (Code of Practice) untuk submission berbasis BIM
	Pembuatan VDC Pembuatan program PGF Productivity Gateway Framework	VDC (Virtual Design & Construction) PGF diwajibkan ke GPE (government Procurement Entities)	2017: Pembuatan VDC Guide: Framework yang digunakan bersama, kondisi implementasi BIM 2020: PGF (Productivity Gateway Framework), harus implementasi BIM 30-50 Proyek
Strategi	Pendanaan	Sistem Co-Funding dibantu pemerintah (CPCF)	CPCF: Construction Productivity & Capability Fund Mencakup Hardware, Software, Biaya Pelatihan, dan Konsultasi
	Pelatihan SDM Pembuatan Modul VDC	Bekerjasama dengan universitas, politeknik, dll 10 Program VDC dan BIM	Lulusan lembaga akademi: total 10.422, dan 2.586 full time student Persiapan materi yang diajarkan di Akademi, terkait dengan penggunaan BIM

pada pelaksanaan kegiatan Konstruksi menggunakan teknologi BIM. Artinya, VDC mencakup kedalam definisi BIM terkait dengan perubahan dari segi organisasi (*Organizational Changes*)

• Sistem Pendanaan

Negara Singapura adalah salah satu negara yang menerapkan sistem bantuan pendanaan dari Pemerintah dengan sistem Co-Funding, dimana 70% biaya penerapan atau implementasi BIM akan disubsidi oleh Pemerintah. Hal-hal yang disubsidi tercakup ke dalam:

- ◊ Biaya perangkat keras (Hardware)

- ◊ Biaya perangkat lunak (Software)
- ◊ Biaya Pelatihan Tenaga kerja
- ◊ Biaya Konsultasi terkait BIM

• Pengadaan Pelatihan SDM

Singapura juga merupakan salah satu negara yang sudah membuat kurikulum terkait dengan BIM, yang diselenggarakan oleh berbagai institusi, mulai dari Universitas, Politeknik, dan negara lainnya. Hingga sekarang, terdapat mencapai 10.422 lulusan lembaga akademi yang mempunyai keahlian di bidang BIM,

Tabel 9. Rangkuman aspek utama pada implementasi BIM di negara Inggris

Metode	List	Keterangan Utama	Keterangan Tambahan
Komite	CPIC	Construction Project Information Committee	Mempersiapkan CPI (Construction Production Information)
	CDBB	Centre for Digital Built Britain	Pendekatan Sektor Infrastruktur dan Konstruksi dari segi Digital
Regulasi	BS 1192:2007 Protocol (CoP)	Berdasarkan "AVANTI Programme (2002)	Standardisasi klasifikasi file dan penamaan
	Program AVANTI - 2002	4 Level mengidentifikasi maturity BIM	Penekanan arah mencapai kolaboratif
	Publikasi Protocol BS 1192 - 2017	AVANTI didanai Pemerintah Inggris	Meningkatkan efisiensi dan kualitas dari proyek konstruksi
	Publikasi PAS 1192 - 2013	Hasil dari Program AVANTI	Standardisasi klasifikasi file dan penamaan
Progress	Level 2 BIM - 2016	Mencapai level 2 BIM tahun 2016	Peraturan terkait dengan bekerja secara kolaboratif Pemerintah sudah menerapkan BIM, Swasta mulai menerapkan BIM wajib secara hukum untuk proyek/infrastruktur Publik Kewajiban Penerapan BIM untuk seluruh Life-cycle proyek
	Level 3 BIM - 2016/2020	Melalui Program "Digital Built Britain"	Menyebarluaskan penerapan BIM untuk bangunan sektor swasta Penerapan seluruh potensi teknologi BIM pada fase maintenance Program pelatihan kepada seluruh tenaga profesional Inisiatif kepada perusahaan yang mengadopsi protokol BIM
	Government Construction Strategy	3D BIM harus dicapai pada tahun 2016	Tender pada proyek/infrastruktur publik menggunakan BIM Publisitas program dan informasi (agar setiap pihak saling mengetahui manfaat BIM)

dengan total modul mencapai 10 Jenis modul, mencakup kedalam BIM dan VDC

• Pengembangan CoP (Code of Practice)

Singapura juga mengembangkan CoP, yang berisikan tentang kebutuhan yang telah disepakati yang berasal dari berbagai bidang keilmuan, dimulai dari insinyur, arsitek, dll, mencakup kedalam hal-hal seperti penggunaan format file, penggunaan warna, jenis file, dll yang disepakati.

4.2.3 Kondisi implementasi BIM di negara Inggris

Inggris merupakan salah satu negara yang mengimplementasikan aturan BIM secara resmi yaitu PAS, yang pada akhirnya dijadikan salah satu standar aturan BIM di dunia, ISO. 2 Hal utama yang dapat dipelajari dari Implementasi BIM di Inggris adalah:

• Pembentukan Regulasi

Regulasi yang dibuat oleh Inggris, yaitu BS 1192:2007 dan PAS 1192:2013, adalah standar yang dibuat oleh Inggris, untuk menyesuaikan keperluan keperluan BIM di negara tersebut. Regulasi yang dibuat tersebut sangat lengkap, hingga dibuat menjadi dasar dari ISO 19650 yang sudah dibuat sekarang.

• Pemerintah Meninjau perkembangan Level BIM

Pemerintah Inggris secara aktif meninjau Inggris sudah berada pada level apa pada tahapan BIM, hal ini menguntungkan, karena Pemerintah dapat menyesuaikan strategi yang layak dan tepat untuk digunakan sesuai

dengan kondisi Implementasi BIM. Misalnya di saat Pemerintah Inggris mengetahui level BIM adalah Level 2 pada tahun 2016, rencana Pemerintah selanjutnya adalah berfokus kepada kewajiban penerapan BIM untuk seluruh Life-Cycle Proyek.

4.2.4 Kondisi implementasi BIM di Scandinavian

Scandinavian adalah kumpulan dari 4 negara yaitu: Finlandia, Sweden, Denmark, dan Norwegia. Kondisi Implementasi BIM di Scandinavian adalah salah satu yang termaju diseluruh dunia. Ada 3 hal utama yang telah diimplementasikan di Scandanian dan berperan penting dalam kemajuan implementasi BIM:

• Pembentukan Organisasi Bersama antar negara tetangga

Salah satu alasan mengapa negara scandinavian dapat mempercepat proses adaptasi dengan BIM dari sejak lampau adalah melakukan koordinasi antar negara tetangga, yang biasa disebut sebagai scandinavian atau nordic, lewat badan yang bernama buildingSMART Nordic. Badan tersebut adalah badan yang bertugas untuk membuat Standar yang disepakati secara bersama. Organisasi ini juga dapat menjadi sarana pemberian input informasi terkait dengan pengalaman penggunaan BIM, sehingga implementasi BIM dapat berjalan dengan lebih optimal.

• Penggunaan Sistem OpenBIM

Negara-negara di scandinavian menerapkan sistem OpenBIM, yang salah satunya adalah terkait penerapan

Tabel 10. Rangkuman aspek utama pada implementasi BIM di Scandinavian

Bagian	List	Keterangan Utama	Keterangan Tambahan
Komite	buildingSMART Nordic	Gabungan Beberapa Negara Nordic	Memastikan pembuatan Standar Internasional terbuka yang digunakan bersama
	SINTEF (Norwegia)	Organisasi penelitian di Norwegia	Memastikan penggunaan format IFC dan BIM untuk seluruh lifecycle proyek
	BIM Alliance Sweden (Swedia)	Organisasi gabungan Pihak Swasta dan Pemerintah	Organisasi yang mendukung pelaksanaan BIM antara berbagai pihak
	CFCI (Finlandia)	Confederation of Finnish construction Industry	Organisasi yang mengatur pelaksanaan BIM di Finlandia
Progress	Wajib BIM di Finlandia - 2007	Kewajiban semua software package mempunyai sertifikasi IFC	Kewajiban penggunaan format selama keseluruhan proyek
	Wajib BIM di Norwegia - 2010	Penggunaan IFC dan format BIM	Kewajiban penggunaan format selama keseluruhan proyek
	Wajib BIM di Denmark - 2011	Untuk seluruh fasilitas publik dan lokal	Penerapan BIM pada seluruh proyek, dari proyek publik hingga lokal
	Wajib BIM di Sweden - 2015	Pemerintah pusat atau daerah mewajibkan penggunaan BIM	Kewajiban penerapan BIM untuk seluruh proyek
Strategi	Melakukan Koordinasi bersama	Membentuk komunitas terkait BIM bersama beberapa negara tetangga	Terdiri dari beberapa negara gabungan, yaitu: Finlandia Sweden Denmark Norwegia
	Penggunaan Sistem OpenBIM	Pembuatan sertifikasi IFC dll	Memanfaatkan sistem open BIM, peraturan penggunaan sistem file yang universal
	Pembentukan badan Penelitian BIM	Membuat badan penelitian terkait dengan BIM seperti SINTEF dll	Tersedia badan yang bertugas untuk meneliti terkait BIM

peraturan penggunaan Sistem File yang universal diseluruh jenis platform, misalnya penggunaan Sistem Sertifikasi File berjenis IFC, dll.

- **Pembentukan badan penelitian terkait BIM**

Negara scandinavian juga fokus dalam melakukan pengadaan penelitian terkait dengan BIM, misalnya untuk melakukan research, Norwegia membentuk Organisasi bernama SINTEF, yang bertugas untuk melakukan penelitian pengembangan pemanfaatan BIM di negara tersebut, agar penerapan BIM dapat terlaksana secara optimal.

4.3 Identifikasi penerapan ISO 19650

ISO (International Organization for Standardization) telah menerbitkan standar BIM pertama yang berlaku, yang dinamakan ISO 19650. ISO 19650 dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian 1:Concepts and principles dan bagian 2: Delivery phase of the assets. ISO 19650 berisi tentang standar pekerjaan rekayasa sipil, termasuk BIM didalamnya. ISO 19650 dikembangkan berdasarkan standar yang lebih dahulu sudah dikembangkan dan diuji dengan baik oleh Inggris, yaitu BS 1192 dan PAS 1192, yang bahkan sudah terbukti menghemat hingga 22% biaya konstruksi berdasarkan keterangan dari Ketua teknis ISO, Jøns Sjøgren

Hingga sekarang, ISO 19650 yang dikembangkan berdasarkan PAS 1192-1 hingga PAS 1192-5 sudah dikembangkan ke dalam 6 bagian ISO, dimana terdapat 4 bagian yang sudah resmi diterbitkan, dan 2 bagian yang masih dalam pengembangan. Bagian ISO yang sudah resmi adalah:

- **ISO 19650-1:2018** Organization and digitization of information about buildings and civil engineering

works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — **Part 1: Concepts and principles** - Dibuat berdasarkan 3 dokumen pertama UK 1192

- **ISO 19650-2:2018** Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — **Part 2: Delivery phase of the assets**
- **ISO 19650-3** Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — **Part 3: Operational phase of the assets** - Dibuat berdasarkan PAS 1192-3
- **ISO 19650-5:2020** Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — **Part 5: Security-minded approach to information management** - Dibuat berdasarkan PAS 1192-5

Sedangkan ada beberapa bagian yang belum dikembangkan, yaitu:

- BS 1192 Part yang membahas terkait dengan: **Structure of Asset data** yang dikirimkan ke client, yang dibuat berdasarkan COBie (Construction Operations Building Information Exchange), yang pada dasarnya dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers. Namun terdapat beberapa konversi

yang harus dilakukan, seperti perubahan sistem satuan dari imperial menjadi metrik, penambahan "Lantai Dasar" yang tidak ada di Amerika, dan penambahan berbagai *field data* seperti carbon. Penerapan BS 1192-4 kedalam ISO 1192-4 terdapat kendala, yaitu adalah COBie yang digunakan adalah IFC (Industry Foundation Class), yang juga sudah merupakan standard international. Karena itu, tidak diperlukan standar internasional lainnya (Sumber: operam.co.uk)

- ISO 19650-6 yang akan dibuat berdasarkan PAS 1192-6 sedang berada dalam pengembangan, dan membahas mengenai **Sharing and use of Structured Health and safety Information.**

5. Analisis

5.1 Potensi pengembangan implementasi BIM di Indonesia

Berdasarkan informasi yang telah diperoleh sebelumnya, akan dibuat hasil analisa berupa potensi pengembangan Implementasi BIM di Indonesia. List potensi pengembangan yang dimaksud adalah terkait dengan:

1. Penerapan Aturan, Panduan, Hukum, dan Standar terkait dengan BIM
2. Penerapan ISO 19650 di Indonesia
3. Pengembangan Sumber Daya Manusia terkait dengan BIM
4. Penerapan sistem Top-Down dan Bottom-up
5. Pelaksanaan kolaborasi BIM di Indonesia dengan negara tetangga di ASEAN
6. Pemberian Insentif dari Pemerintah Indonesia
7. Pemanfaatan Sistem OpenBIM di Indonesia secara Optimal
8. Pengembangan Badan Penelitian BIM di Indonesia

5.1.1 Penerapan aturan, panduan, hukum, dan standar terkait BIM

Sebagai akibat dari rendahnya Implementasi BIM terkait dengan **Aspek Legalitas/Hukum terkait penggunaan BIM (Y24)** dan rendahnya pemanfaatan BIM pada sebagian fase (seperti perawatan, pemanfaatan, dan pengakitan), maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Sampai dengan Bulan Agustus 2020, ada 1 aturan/regulasi terkait dengan kewajiban penggunaan BIM untuk bangunan > 2000m² dan diatas 2 lantai, Pemerintah perlu melakukan adanya rencana pertambahan aturan/regulasi untuk kedepannya
2. Membuat rencana haluan/referensi aturan yang ingin digunakan oleh Indonesia dalam Implementasi BIM (Misalnya referensi aturan dari ISO, aturan dari Inggris, dll)
3. Pemerintah membuat rencana jangka panjang untuk mewajibkan penerapan BIM di seluruh Life-Cycle Proyek di Indonesia

4. Pemerintah mengidentifikasi kendala yang akan dihadapi dalam usahanya untuk menerapkan aturan terkait BIM dengan resmi di Indonesia (permasalahan birokrasi, belum siapnya BUMN di Indonesia, kurangnya penelitian terkait kondisi Implementasi di Indonesia, dll)

5.1.2 Penerapan ISO 19650 di Indonesia

Sebagai akibat dari rendahnya Implementasi tentang **Standar Integrasi dan Komunikasi dari penggunaan BIM (Y26)**, dan tingginya hambatan implementasi BIM dikarenakan **kurangnya starndardisasi BIM untuk integrasi model dan manajemen dari berbagai bidang keahlian berbeda (X47)**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Merencanakan penerapan ISO 19650 di Indonesia dan mengimplementasikan ISO 19650 dalam waktu dekat.
2. Melakukan kerjasama dengan Pihak ISO, seperti CDBB dalam proses implementasi ISO 19650 di Indonesia
3. Mengidentifikasi kendala yang akan dihadapi oleh Pemerintah dalam proses Implementasi ISO 19650 di Indonesia (Kendala seperti kompleksitas penerapan aturan, permasalahan birokrasi, dll)
4. Merencanakan penerapan ISO 19650 ke seluruh BUMN yang ada di Indonesia

5.1.3 Pengembangan sumber daya manusia terkait dengan BIM

Sebagai akibat dari tingginya nilai hambatan terkait dengan **ketersediaan jumlah SDM yang memadai untuk penggunaan BIM (X24)** dan **Kurangnya kemampuan/Skill SDM terkait penggunaan BIM (X26)**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. BPSPD (Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia) melaksanakan pengembangan kemampuan ASN PUPR terkait dengan BIM dalam bentuk "Kurikulum pelatihan BIM"
2. Mengembangkan "pengaturan tingkat kompetensi tenaga ahli BIM" berdasarkan KKNI (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) dan SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia)
3. Mengidentifikasi kendala yang dialami pemerintah dalam proses pengembangan SDM terkait BIM di Indonesia. (kesulitan dalam menentukan referensi implementasi yang cocok dari negara lain, proses penyusunan aturan yang kompleks, kurangnya keterlibatan dari segala pihak, dll)

5.1.4 Strategi top-down dan bottom-up & kerjasama pemerintah & BUMN

Sebagai akibat dari rendahnya Implementasi terkait dengan **Partisipasi keseluruhan Supply Chain Konstruksi untuk melakukan pengembangan di bidang ICT disebabkan oleh dampak aturan**

pemerintah (Y27) dan rendahnya implementasi terkait **Keterlibatan pemegang kepentingan (stakeholder)** seperti **klien, konsultan, kontrak, dan segala pihak yang terdampak dari penerapan BIM**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Melakukan pendekatan Top-Down dan Bottom-Up seperti yang telah diterapkan di spanyol, dimana Pemerintah bertugas membuat aturan secara garis besar, dan Pelaksana Konstruksi juga mempunyai kontribusi untuk mendetailkan aturan berdasarkan yang telah disepakati
2. Pemerintah melibatkan Pihak Pelaksana Konstruksi dalam pembuatan aturan pada tingkatan yang lebih spesifik/detail. Pihak Pemerintah dan Pelaksana Konstruksi melibatkan diri dalam perkembangan implementasi BIM di Indonesia.
3. Mengidentifikasi kesulitan yang dialami oleh Pemerintah dalam melibatkan semua pihak terkait dalam pengembangan kebijakan terkait dengan BIM di Indonesia (Kesulitan proses komunikasi, koordinasi, kerjasama, dll)

5.1.5 Kolaborasi Indonesia dengan negara tetangga di ASEAN

Dikarenakan masih ada sebagian **fase pemanfaatan BIM** yang belum termanfaatkan dengan baik (misalnya pada fase perawatan, pemanfaatan, dan pengaktifan) dan **pemanfaatan BIM yang belum terimplementasi** dengan optimal (Analysis (M3), Perhitungan Biaya/Cost (M5), Penjadwalan/Time (M4)), maka diperlukan kolaborasi dengan negara tetangga, khusus di ASEAN, dan pemerintah dapat melakukan hal berikut:

1. Pemerintah Indonesia melakukan kerja sama dengan negara-negara di ASEAN terkait dengan implementasi BIM secara bersama
2. Mengidentifikasi negara-negara di ASEAN yang sudah berkomunikasi dengan Pemerintah Indonesia terkait implementasi BIM hingga saat ini (Contoh: Singapura)
3. Mengidentifikasi kesulitan-kesulitan yang akan dialami dalam proses kolaborasi implementasi BIM untuk negara-negara tetangga, dan atau untuk negara - negara di ASEAN

5.1.6 Pemberian insentif dari pemerintah

Sebagai akibat dari tingginya nilai hambatan Implementasi BIM terkait dengan **Tingginya biaya awal software (aplikasi) yang harus dikeluarkan untuk dapat menggunakan BIM (X21)** dan **Tingginya harga awal hardware yang dapat digunakan untuk menggunakan BIM (X22)**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Pemerintah mempunyai bentuk insentif tertentu dalam mendukung implementasi BIM di Indonesia dan membentuk sistem insentif yang diterapkan oleh Pemerintah terhadap pelaksana konstruksi yang sudah menggunakan BIM (Misalnya pemotongan pajak, sistem co-funding, pemberian pendidikan secara gratis atau tersubsidi, dll)

2. Mengidentifikasi kesulitan yang akan muncul dalam pemberian Insentif dari Pemerintah tersebut.

5.1.7 Pemanfaatan sistem OpenBIM di Indonesia

Sebagai akibat dari rendahnya implementasi terkait **keterlibatan faktor eksternal seperti konsultan untuk menyediakan berbagai kebutuhan terkait dengan BIM (Y23)** dan rendahnya implementasi terkait **Partisipasi keseluruhan supply chain konstruksi untuk melakukan pengembangan di bidang ICT (Y27)**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Indonesia sudah berencana menerapkan sistem OpenBIM, yaitu adalah penerapan penggunaan aplikasi yang mempunyai ekstensi IFC (Industry Foundation Class). Pemerintah menerapkan dan melaksanakan Sistem OpenBIM tersebut di Indonesia secara penuh dan optimal
2. Mengidentifikasi kendala yang akan terjadi dalam implementasi sistem OpenBIM di Indonesia (faktor yang berasal dari luar atau dari dalam)

5.1.8 Pengembangan badan penelitian BIM di Indonesia

Sebagai akibat dari besarnya Hambatan Implementasi BIM dalam **Kurangnya Standardisasi BIM untuk integrasi model dan manajemen dari berbagai bidang keahlian berbeda (X47)**, maka pemerintah disarankan melakukan hal sebagai berikut:

1. Indonesia sudah mengembangkan badan penelitian BIM di Indonesia, dengan membentuk iBIMi (Institut BIM Indonesia), terutama pada Komisi 2 (bertanggung jawab untuk melakukan riset dan pengembangan terhadap draf dan materi panduan serta protokol BIM). Pemerintah membuat rencana lebih lanjut dalam mengembangkan badan penelitian BIM di Indonesia.
2. Pemerintah mengidentifikasi kendala yang dapat terjadi dalam usahanya untuk mengembangkan badan penelitian BIM di Indonesia (Kekurangan data, kekurangan referensi, kebutuhan modal yang tinggi, dll)

5.2 Pengelompokan Potensi Pengembangan Implementasi BIM di Indonesia

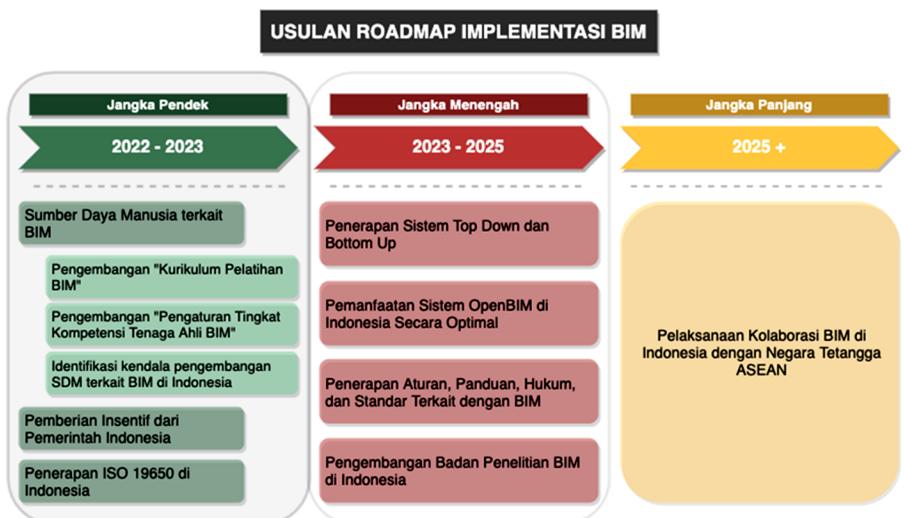
Berdasarkan informasi yang sudah terangkum, dibentuk sebuah *timeline* penerapan sulan potensi penerapan seperti pada **Gambar 17**.

5.2.1 Implementasi jangka pendek (< 1 tahun)

Pada jenis klasifikasi ini, potensi pengembangan dapat diterapkan atau diimplementasikan dalam jangka waktu pendek. Dalam waktu dibawah 1 Tahun, usulan pengembangan dapat diimplementasikan, sehingga dampak jangka pendek dapat dirasakan.

Usulan pengembangan yang termasuk kedalam implementasi jangka pendek adalah:

1. Pengembangan Sumber Daya Manusia Terkait dengan BIM



Gambar 17. Usulan roadmap implementasi BIM di Indonesia

- a. Pengembangan "Kurikulum pelatihan BIM"
 - b. Pengembangan "Pengaturan tingkat kompetensi tenaga ahli BIM"
 - c. Identifikasi kendala selama pengembangan SDM terkait BIM di Indonesia
2. Pemberian Insentif dari Pemerintah Indonesia
 - a. Pemotongan Pajak terhadap proyek yang menggunakan BIM
 - b. Melaksanakan sistem Co-Funding
 - c. Pemberian pendidikan pelatihan BIM secara gratis atau tersubsidi
 - d. Identifikasi kesulitan yang muncul terhadap pelaksanaan pemberian insentif
 3. Penerapan ISO 19650 di Indonesia
 - a. Perencanaan penerapan ISO 19650 dan Implementasi
 - b. Perencanaan ISO 1950 ke seluruh BUMN yang ada di Indonesia
 - c. Pelaksanaan kerjasama Pemerintah Indonesia dengan pihak ISO seperti CDBB
 - d. Mengidentifikasi kendala yang dihadapi terhadap proses Implementasi ISO 19650 di Indonesia (Kompleksitas aturan, Birokrasi, dll)

5.2.2 Implementasi jangka menengah (1 tahun – 3 tahun)

Pada jenis kelompok ini, potensi pengembangan mulai dapat diterapkan atau diimplementasikan dalam jangka waktu menengah. Dalam waktu kurang lebih dalam waktu berkisar dari 1 Tahun hingga 3 Tahun usulan mulai dapat diimplementasikan. Terdapat beberapa hal yang harus diselesaikan atau diperhatikan terlebih dahulu sebelum bisa mengimplementasikan ini seperti tingkat kompleksitas regulasi yang perlu ditangani.

Usulan pengembangan yang termasuk kedalam implementasi jangka menengah adalah:

 1. Penerapan Sistem Top-Down dan Bottom-Up
 - a. Pelaksanaan kerjasama antara Pemerintah dengan Pelaksana Konstruksi (BUMN dan Swasta)
 - b. Pemerintah melibatkan pihak pelaksana konstruksi dalam pembuatan aturan tingkat yang spesifik/detail (Bottom-Up)
 - c. Pemerintah fokus dalam pembuatan aturan terkait BIM secara umum (Top-Down)
 - d. Mengidentifikasi kesulitan yang akan dialami dalam proses kerjasama (seperti komunikasi, koordinasi, dll)
 2. Penerapan Aturan, Panduan, Hukum, dan Standar terkait dengan BIM
 - a. Pertambahan aturan/regulasi terkait dengan BIM
 - b. Pembuatan atau penetapan haluan/referensi aturan yang ingin digunakan oleh Indonesia (Misalnya ISO)
 - c. Rencana jangka panjang terkait dengan kewajiban penerapan BIM untuk seluruh Life-Cycle Proyek di Indonesia
 - d. Mengidentifikasi kendala terhadap implementasi aturan terkait BIM secara resmi di Indonesia (Birokrasi, kesiapan BUMN, pengembangan penelitian, dll)
 3. Pemanfaatan Sistem OpenBIM di Indonesia secara optimal
 - a. Menerapkan dan melaksanakan Sistem OpenBIM secara penuh dan Optimal
 - b. Mengidentifikasi kendala yang terjadi dalam proses implementasi sistem OpenBIM di Indonesia
 4. Pengembangan Badan Penelitian BIM di Indonesia
 - a. Membuat perencanaan lebih lanjut terkait dengan pengembangan badan penelitian BIM, seperti iBIMi (Institut BIM Indonesia), di Indonesia
 - b. Mengidentifikasi kendala yang terjadi dalam proses pengembangan badan penelitian BIM di Indonesia (Kekurangan data dan referensi, kebutuhan modal, dll)

5.2.3 Implementasi jangka panjang (> 3 tahun)

Estimasi kebutuhan waktu untuk dapat mengimplementasi usulan adalah lebih dari 3 tahun.

Usulan pengembangan yang termasuk kedalam implementasi jangka panjang adalah:

1. Pelaksanaan kolaborasi BIM di Indonesia dengan negara tetangga di ASEAN
 - a. Pelaksanaan kerjasama Indonesia dengan negara-negara di ASEAN terkait dengan implementasi BIM secara bersama
 - b. Mengidentifikasi negara di ASEAN yang sudah berkomunikasi dengan Indonesia terkait dengan Implementasi BIM hingga saat ini (Contoh: Singapura)
 - c. Mengidentifikasi kesulitan yang akan dialami dalam proses kolaborasi implementasi BIM secara bersama di ASEAN

6. Kesimpulan

1. Penggunaan BIM mayoritas sudah dimanfaatkan pada fase proyek: Konstruksi/Construction (58,3% responden), Desain/Design (54,16% responden), dan Perencanaan/Planning (33,33% responden). Maka dari itu, perlu adanya pemanfaatan fungsi BIM pada fase-fase proyek yang belum termanfaatkan seperti fase commissioning/pengaktifan, decommissioning/pengnonaktifan, dan fase lainnya agar pemanfaatan BIM dapat dirasakan pada keseluruhan fase Konstruksi. Sedangkan kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM yang sudah dirasakan secara dominan adalah terkait dengan: Collaboration Team Building (3,625/5), Communication (3,583/5), dan Clash Detection (3,542/5). Selain meningkatkan kedewasaan pemanfaatan fungsi BIM yang sudah tinggi, proses pendewasaan pemanfaatan fungsi BIM juga perlu ditingkat pada fungsi yang lain yang belum ditingkatkan, misalnya fungsi Penjadwalan, Estimasi Biaya, Analisis Energy, dan lain sebagainya.
2. Faktor yang menghambat Implementasi BIM di Indonesia paling berpengaruh terkait dengan Aturan/Policy (3,22/5), yang terdiri dari kondisi Persiapan/Preparatory (3,28/5), Regulasi/Regulatory (3,36/5), dan Kontrak/Contractual (3,02/5). Perlu dibuat adanya solusi yang dapat mengatasi hambatan-hambatan yang dirasakan sering atau berdampak dalam implementasi BIM, seperti terkait dengan SDM, Finansial, dan standardisasi. Sedangkan terkait dengan Implementasi penggunaan BIM pada Proyek Konstruksi di Indonesia, Implementasinya juga rendah pada Kelompok Policy (2,68/5), yang terdiri dari kondisi Persiapan/Preparatory (3,01/5), Regulasi/Regulatory (2,63/5), dan Kontrak/Contractual (2,4/5). Melihat Implementasi yang rendah pada beberapa faktor, perlu dibuat sebuah solusi untuk dapat mengatasi rendahnya implementasi terkait dengan legalitas, ketersediaan kebutuhan BIM, partisipasi keseluruhan supply chain, keterlebihan stakeholder, dan penerapan standar terkait dengan BIM. Sedangkan terkait dengan penggunaan aplikasi BIM yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah: REVIT, Navisworks, dan BIM 360. Perlu diadakan

pembuatan aturan atau regulasi terkait dengan aplikasi-aplikasi yang memang banyak digunakan oleh pelaksana konstruksi

3. Potensi Pengembangan Implementasi BIM di Indonesia dibuat berdasarkan kondisi Implementasi BIM di Indonesia dan kondisi Implementasi BIM di seluruh dunia yang akhirnya disusun kedalam 8 usulan potensi pengembangan dan dibagi menjadi 3 fase, Implementasi Jangka Pendek (2022-2023) yang dibagi menjadi 3 kategori (SDM terkait dengan BIM, Pemberian Insentif dari Pemerintah, dan Penerapan ISO 19650), Implementasi Jangka Menengah (2023 – 2025) yang dibagi menjadi 4 kategori (Penerapan sistem top down dan bottom up, pemanfaatan sistem OpenBIM, Penerapan Aturan, Panduan, Hukum, dan Standar, dan Pengembangan Badan Penelitian BIM), dan Implementasi Jangka Panjang (2025+) yaitu pelaksanaan Kolaborasi BIM di Indonesia dengan Negara tetangga di ASEAN. Potensi pengembangan dirangkum ke dalam kedalam sebuah Roadmap Implementasi BIM.
4. Penggunaan BIM pada proyek konstruksi mempunyai potensi untuk dapat mengembangkan sistem Project Delivery yang diterapkan, dari sistem yang tradisional DBB (Design-Bid-Build) menjadi DB (Design-Build). Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa penggunaan kontrak yang bersifat DBB dan DB sudah sama besar (36%), yang artinya pada penelitian ini dapat dilihat bahwa penggunaan BIM dalam proyek mungkin sudah dapat memfasilitasi terlaksananya proyek yang menggunakan DB. Hal ini dapat dimungkinkan karena dengan menggunakan BIM, input terhadap proyek konstruksi tidak hanya dilakukan sekali, namun dilakukan updating (perbaharuan data) secara berkala, sehingga memungkinkan implementasi Project Delivery seperti DB. Kedepannya pemanfaatan BIM sebagai sarana untuk mengembangkan Project Delivery sangat mungkin untuk diimplementasikan.
5. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Proyek Kontraktor BUMN, keterlibatan BIM Engineer sudah menjadi sebuah hal yang wajib dalam pelaksanaan sebuah proyek yang memanfaatkan BIM, dan dengan pemanfaatan BIM Engineer dengan platform BIM, Project Delivery yang bersifat DB akan lebih mudah untuk diwujudkan

Daftar Pustaka

- Agustiawan, Y. (2011), *Perubahan Dalam Organisasi dalam Implementasi Sistem Informasi*. Jurnal Ilmiah, Vol 1 , No.2.
- APBN Untuk Mendorong Investasi dan Daya Saing Melalui Pembangunan Sumber Daya Manusia (2019). Kementerian Keuangan Direktorat Jenderal Anggaran, Indonesia.
- Amuda-Yusuf, G. (2018). *Critical Success Factors for Building Information Modelling Implementation*, Australasian Journal of Construction Economics and Building, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria.

- Aniendhita, R. (201). *Studi Literatur tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Azhar, S., Hein, M., dan Sketo, B. (2008). *Building information modeling: Benefits, risks and challenges*. Proc.,44th Associated Schools of Construction National Conference, Auburn, AL.
- Azhar, Salman. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. Leadership and Management in Engineering, Universitas Auburn, Alabama, US.
- Basari, M. T. (2019). *Waskita Kembangkan Teknologi IoT dan Wearable Device HoloLens di Proyek*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (2018). *Pendapatan Nasional Indonesia 2013-2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Best, R dan Valence, G. (2012). *Design and Construction*. Oxford: Routledge.
- Brucker, B. A., Case, M. P., East, E. W., Huston, B.K., Nachtigall, S. D., Shockley, J. C., Spangler, S. C., dan Wilson, J. T. (2006). *Building Information Modeling (BIM), A Road Map for Implementation To Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers*. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, diperoleh melalui situs internet: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a480246.pdf>. Diunduh pada tanggal 06 April 2020 pukul 20:26 WIB.
- Boston Consulting Group (2016). *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
- Boya Ji, Zhenqiang Qi, dan Zhanyong Jin I (2014). *The Obstacles and Strategy of Building Information Modeling Application in Chinese Construction Industry*, International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 6, No. 6, December 2014.
- Cochran, W. G. (1963). *Sampling Techniques*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- CRC Construction Innovation. (2007). *Adopting BIM for Facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*, Cooperative, Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.
- Dan, Z. (2015). *An analysis of Building Information Modelling (BIM) implementation from a planned behavior perspective*. Postgraduate Thesis University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong SAR, diperoleh melalui situs internet: http://dx.doi.org/10.5353/th_b5446484. Diunduh pada tanggal 4 Januari 2020 pukul 20:00 WIB.
- Dimyati, H. dan Nurjaman K. (2014). *Manajemen Proyek*: CV Pustaka Setia.
- Eadie, R, Odeinka, H., Browne, M., McKeown, C., dan Yohanis, M (2014). *Building Information Modelling Adoption: An Analysis of the Barriers to Implementation*. Journal of Engineering and Architecture Vol. 2, No. 1, pp. 77-101, American Research Institute for Policy Development.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., dan Liston, K., (2008). *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modelling for Owner, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley and Sons: New Jersey.
- Ervianto, I. W. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama*. Edisi Pertama, Salemba Empat, Yogyakarta.
- Ervianto, I. W. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Fewings, P. (2013). *Construction Project Management: An Integrated Approach* Oxon: Routledge.
- Gardezi, S. S. S., Shafiq, N., Nurudinn, M. F., Farhan, S. A., dan Umar, U. A. (2014), "Challenges for Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Malaysian Construction Industry" Applied Mechanics and Materials Vol. 567 (2014) pp 559-564, Trans Tech Publications, Switzerland.
- Guo, H. L., Li, H., dan Skitmore, M. (2010). *Life-Cycle Management of Construction Based on Virtual Prototyping Technology*. Journal of management in Engineering ASCE, 26(1): 41-47.
- Hardi, J. (2015). *If BIM is the solution, what is the problem? A review of the benefits, challenges, and key drivers in BIM implementation within the UK Construction Industry*. UK: School of the Built Environment and Architecture, London South Bank University, 103 Borough Road, London.
- Harris, F. dan McCaffer, R. (2013). *Modern Construction Management*. London: John Wiley & Sons.
- Hutama, H. R. dan Sekarsari, J. (2019). *Analisa Faktor Penghambat Penerapan Building Information Modeling Dalam Proyek Konstruksi*, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Keane, P. J. & Caletka, A. F. (2009). *Delay Analysis in Construction Contracts*. West Sussex: John Wiley & Sons.

- Kerzner, H. (2006). *Project Management Best Practices: Achieving Global Excellence*. IEEE Transactions on Engineering Management 54(2): 391-392
- Kia, S. (2013). *Review of Building Information Modeling (BIM) Software Packages Based on Assets Management*. Amirkabir University of Technology, pp. 101-139.
- Kubba, S. (2010) *Green Construction Project Management and Cost Oversight*. Oxford: Taylor & Francis.
- Ku, K. dan Taiebat, M. (2011) "BIM experiences and expectations: The constructors' perspective" International Journal of Construction Education and Research, vol. 7, pp. 175-197
- Kusumartono, F. H. (2018). *Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi*. Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi, ISBN: 978-602-0811-26-0, Jakarta Selatan, diperoleh melalui situs internet: http://bim.pu.go.id/assets/files/Panduan_Adopsi_BIM.pdf. Diunduh pada tanggal 19 Januari 2020 pukul 22.00 WIB.
- Khosrowshahi, F. dan Arayici, Y. (2012). *Roadmap for implementation of BIM in the UK Construction Industry*. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 19 Iss: 6 pp. 610 – 635.
- Kymmel, W. (2008). *Building Information Modeling Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Liebing, R. W. (2011). *Construction of Architecture: From Design to Built*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McCarthy, J. (2010). *Construction Project Management: A Managerial Approach*. Westchester: Pareto.
- Mieslenna, C. F. dan Wibowo, A. (2019). *Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Industri Konstruksi Indonesia dari Perspektif Pengguna*, Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., Ustinovichius, L. (2013). *The Benefits, Obstacles and Problems of Practical BIM Implementation*. Vilnius Gediminas Technical University , Civil Engineering Faculty.
- Mohammad, W. N. S. B. W., Abdullah, M. R. B., dan Ismail. S. (2018). *Understanding the Concept of Building Information Modeling: A literature Review*.
- Morlhon, R., Pellerin R., dan Bourgault, M. (2014). *Building Information Modeling implementation through maturity evaluation and Critical Success Factors Management*. ProjMAN 2014 – International Conference on Project Management, Published by Elsevier, Ltd, diperoleh melalui situs internet: https://www.researchgate.net/publication/275244764_Building_Information_Modeling_Implementation_through_Maturity_Evaluation_and_Critical_Success_Factors_Management. Diunduh pada tanggal 1 Desember 2019 pukul 22:00 WIB.
- Muir, B. (2005). *Challenges Facing Today's Construction Manager*. Supplemental Reading for University of Delaware Course on Construction Methods and Management.
- Munier, N. (2012). *Project Management for Environmental, Construction and Manufacturing Engineers*. London: Springer.
- Murray, M. dan Dainty, A. (2013). *Corporate Social Responsibility in the Construction Industry*. Oxon: Routledge.
- Mutmainah (2018). *Analisa Kontrak Kerja Konstruksi Pada Proyek Rehab Bengkel untuk Ruang Widyaaiswara, Penyuluhan, dan Lab. IT di Dinas Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda, Jurnal Teknik Sipil, Vol 1, No. 6.
- Nurhayati (2010), *Manajemen Proyek*. Yogyakarta Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nurisra (2011), *Perbandingan Risiko Kontrak Lumpsum, Unit Price dan Gabungan Pada Proyek Konstruksi di Kabupaten Bireuen*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, ISSN 2088-9321 pp. 81-90
- Olawale, Y. & Sun, m. (2010). *Cost and Time Control of construction Projects: Inhibiting Factors and Mitigating measures in practice*. Construction Management and Economics, 28(5), pp.509-26.
- Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan IV-2018 (2018). Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Prayogo, T. D. (2000). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terhambatnya Implementasi Sistem Informasi Berbasis Komputer Pada PT. Wijaya Kusuma Contractors Di Jakarta*. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Richbell, D. (2009). *Mediation of Construction Disputes*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Rokooei, Saeed (2015), *Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes*, 4th International Conference on Leadership, Technology, Innovation and Business Management, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, USA.
- Ross, A. & Williams, P. (2012). *Financial Management in Construction Contracting*. New Jersey: John Wiley & Sons.

- Scott, W. R., Raymon, E. dan Levitt, J. (2011). *Global Project: Institutional and Political Challenges*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sears, S. K., Sears, G. A., dan Clough, R. H. (2010). *Construction Project Management*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Seng, L. C. (2018), *The Development Journey of Digitization in Singapore's Construction Industry (2011 to Present)*, Emeritus Chairman of Beca Asia Holdings Pte Ltd, ConCERN 2 The 2nd Conference for Civil Engineering Research Networks 2018, Bandung
- Shen, L., Tam, V.W.Y., Tam, L., dan Ji, Y. (2010). *Project Feasibility Study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice*. Journal of Cleaner Production, 18(3), pp.254-59
- Succar, B. (2009). "Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders", Journal Elsevier Automation in Construction 18 357-375, University of Newcastle, Australia
- Telaga, A. S. (2017). *A Review of BIM (Building information Modeling) Implementation in Indonesia Construction Industry*. The 7th AIC-ICMR on Sciences and Engineering 2017, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 352, Jakarta.
- Thompson, D. dan Miner, R. G. (2007). "Building information modeling-BIM: Contractual risks are changing with technology", diperoleh melalui situs internet: <http://www.aepronet.org/ge/no35.html>. Diunduh pada tanggal 3 Januari 2020 Pukul 22.00 WIB
- Ugwu, O. O. dan Kumaraswamy, M. M. (2007). *Critical Success Factors For Construction ict Projects – Some Evidence and Lessons for Emerging Economies*. ITCon Vol.12, Special Issue Construction Information technology in emerging economies, pg. 231-249, diperoleh melalui situs internet: https://www.itcon.org/papers/2007_16.content.05475.pdf. Diunduh pada tanggal 5 Desember 2019 Pukul 23.00 WIB
- Watson, A. (2011). *Digital buildings–Challenges and opportunities*. Advanced Engineering Informatics, 25(4), 573-581.
- Weeks, J. L. (2011). *Health and Safety Hazards in the Construction Industry*. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labor Organization, Geneva.
- Wilis, F. A. (2018). *Studi Evaluasi Maturity Level dan Roadmap Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Indonesia*, Program Studi Magister Arsitektur, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Whitfield, J. (2012). *Conflict in Construction*. New Jersey: John Wiley & Sons
- Woo, J. H. (2007). *BIM (Building Information Modeling) and pedagogical challenges*. Proceedings of the 43rd ASC National Annual Conference, Northern Arizona University.