

**PELATIHAN PERENCANAAN KONSTRUKSI DENGAN SISTEM TEKNOLOGI
*BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)***

MODUL 3

**PRINSIP DASAR SISTEM TEKNOLOGI BIM DAN IMPLEMENTASINYA
DI INDONESIA**



TAHUN 2018

**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN
SUMBER DAYA AIR DAN KONSTRUKSI**

KATA PENGANTAR

Modul-3 Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia, merupakan salah satu dari tujuh Modul dalam pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM). *Building Information Modeling* (BIM) merupakan salah satu teknologi di bidang AEC (Arsitektur, Engineering dan Konstruksi) yang mampu mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3 dimensi. Teknologi ini sudah tidak asing lagi bagi industri AEC di dunia, termasuk di Indonesia. Karena dengan menerapkan metode BIM, baik developer, konsultan maupun kontraktor mampu menghemat waktu pengerjaan, biaya yang dikeluarkan serta tenaga kerja yang dibutuhkan. Saat ini Kementerian PUPR telah memiliki roadmap implementasi BIM di lingkungan Kementerian PUPR, dan telah terbentuk Tim BIM PUPR yang menginisiasi kehadiran BIM di kementerian. Selain itu, tim juga mulai menggandeng berbagai pihak untuk bersama-sama berjuang mengembangkan teknologi yang bisa sangat membantu kinerja kementerian secara keseluruhan. Sembilan modul dalam pelatihan ini menginformasikan hal-hal mengenai Kajian dan Peraturan Perundang-undangan dan Kebijakan terkait Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi BIM, Teknologi Digital yang terkait dengan BIM, Proses Bisnis PUPR dan Manajemen Perubahan yang terkait Implementasi BIM, Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia, BIM Execution Plan (BEP) serta menerapkannya sebagai bagian dari proses penyajian informasi berbasis BIM, Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D dan 7D serta simulasinya dan Level of Development (LOD), dan Workflow dan Implementasi BIM pada level Kolaborasi dalam proses Monitoring Proyek, tidak hanya secara teori, namun juga secara praktis membahas studi kasus.

Dalam tujuan meningkatkan kemampuan keterampilan teknis ASN bidang ke-PU-an (bidang Konstruksi), maka Pusdiklat SDA dan Konstruksi melaksanakan penyusunan Kurikulum dan Modul Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) untuk menghasilkan SDM bidang Konstruksi yang kompeten dan berintegritas dalam rangka mendukung pembangunan infrastruktur bidang konstruksi yang handal.

Rasa terima kasih kami sampaikan kepada para narasumber, praktisi di lapangan, PT Mektan Babakan Tujuh Konsultan dengan Team Leader Drs. Komarudin, M.Pd, serta pihak-pihak terkait yang telah membantu terwujudnya modul ini. Akhirnya mudah mudahan paket modul yang kami susun ini dapat bermanfaat dan dapat membantu para praktisi Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) di pusat maupun di daerah dimana sedang mengembangkan infrastruktur.

Bandung, September 2018

Kepala Pusdiklat SDA dan Konstruksi

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
Daftar Isi	iii
DAFTAR INFORMASI VISUAL	v
DAFTAR INFORMASI VISUAL	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Deskripsi Singkat	2
1.3. Tujuan Pembelajaran	2
1.3.1. Kompetensi Dasar	2
1.3.2. Indikator Keberhasilan	2
1.4. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok	2
1.4.1. Paradigma Baru dalam Industri Konstruksi	2
1.4.2. Definisi BIM dan Manfaat BIM secara umum	3
1.4.3. Adopsi BIM dalam Organisasi	3
1.4.4. Implementasi BIM dalam Proyek terkait	3
BAB 2. PARADIGMA BARU DALAM INDUSTRI KONSTRUKSI	5
2.1. Situasi Perekonomian Indonesia Tahun 2018	5
2.2. Konsep dan Best Practise di Industri Konstruksi	8
2.3. Era Baru Industri Konstruksi di Indonesia	12
2.4. Soal Latihan	14
2.5. Rangkuman	14
2.6. Evaluasi	15
2.7. Jawaban Soal Latihan	16
BAB 3. DEFINISI DAN MANFAAT BIM	19
3.1. Definisi BIM	19
3.2. Manfaat BIM	21
3.3. Perbedaan BIM dan CAD	22
3.4. Dimensi BIM	23
3.4.1. 3D (Desain 3D)	24

3.4.2.	4D (Time/Scheduling):	24
3.4.3.	5D (Estimasi Biaya):	25
3.4.4.	6D (Sustainability, termasuk Collision Detection dan Energy Analysis)	25
3.4.5.	7D (Facility Management Application).....	26
3.5.	Soal Latihan	26
3.6.	Rangkuman	27
3.7.	Evaluasi	27
3.8.	Jawaban Soal Latihan.....	28
BAB 4.	ADOPSI BIM DALAM ORGANISASI	31
4.1.	Latar Belakang Pentingnya Adopsi BIM Dalam Organisasi.....	31
4.2.	Adopsi BIM Dalam Organisasi.....	32
4.3.	Soal Latihan	41
4.4.	Rangkuman	41
4.5.	Evaluasi	41
4.6.	Jawaban Soal Latihan.....	42
BAB 5.	IMPLEMENTASI BIM	43
5.1.	Implementasi BIM Di Negara Lain	43
5.2.	Implementasi BIM Di Indonesia.....	48
5.3.	Soal Latihan	50
5.4.	Rangkuman	51
5.5.	Evaluasi	52
5.6.	Jawaban Soal Latihan.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53
GLOSARIUM.....		54
KUNCI JAWABAN		55

DAFTAR INFORMASI VISUAL

	Hal.
Gambar 2.1. Arah Kebijakan Ekonomi Makro Tahun 2018	6
Gambar 2.2. Program Infrastruktur Berbasis Masyarakat (Padat karya) Kementerian PUPR Tahun 2018.....	7
Gambar 2.3. Perkembangan Supply Chain Management dari masa kemasa (Cited in Ronald Ballou 2007)	8
Gambar 2.4. Praktek Supply Chain Management saat ini (Cited in Ronald Ballou 2007)	10
Gambar 2.5. Analogi proses pekerjaan dalam industri konstruksi tradisional.	13
Gambar 2.6. Proses konstruksi secara tradisional (kiri) dan modernisasi melalui pemakaian BIM (kanan).....	14
Gambar 3. 1. Siklus konstruksi dengan menggunakan BIM.....	19
Gambar 3. 2. Contoh Perbedaan Proses Perancangan dalam CAD dan BIM....	23
Gambar 3. 3. <i>Dimensi BIM dari 3D sampai 7D. Sumber:</i>	24
Gambar 3. 4. Desain 3D	24
Gambar 3. 5. 4D (Time/Scheduling)	25
Gambar 3. 6. 5D (Estimasi Biaya.....	25
Gambar 3. 7. <i>Analisis energi (kiri) dan collision detection (kanan)</i>	26
Gambar 3. 8. 6D (Sustainability, termasuk Collision Detection dan Energy Analysis	26
Gambar 4.1. Roadmap Implementasi BIM di Lingkungan Kementerian PUPR. .	32
Gambar 4.2. Contoh Standar BIM.....	35
Gambar 4.3. Tahapan dan Keluaran Setiap Disiplin	37
Gambar 4.4. Contoh Lampiran Template Program Adopsi BIM.	40

DAFTAR INFORMASI VISUAL

	Hal.
Tabel 2.1. Resume Best Practices Supply Chain Management di Industri Konstruksi	11
Tabel 4.1. Langkah-langkah Adopsi BIM.	33
Tabel 4.2. Peran dan Tanggungjawab Tim BIM	34
Tabel 5.1. Materi Panduan BIM Singapura.	44
Tabel 5.2. Perbedaan Penggunaan BIM di Inggris dan Amerika Serikat	45
Tabel 5.3. Implementasi BIM di Sektor Publik di Negara Skandinavia	47
Tabel 5.4. Implementasi BIM di Sektor Swasta Negara Skandinavia	48

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Deskripsi

Petunjuk penggunaan modul ini digunakan untuk membantu peserta pelatihan terkait materi pada **Modul 3** ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk mengenai persyaratan, metoda, alat bantu/media, dan Tujuan Kurikuler Khusus (TKK) dari Modul 3 yaitu Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia.

2. Persyaratan

Sebelum mempelajari Modul 3, Anda diminta memperhatikan persyaratan berikut ini:

- a. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan modul ini sampai anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari modul ini.
- b. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci dari kata-kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata kunci tersebut dalam kamus yang anda miliki.

3. Metoda

Dalam mempelajari Modul 3 ini, Metoda yang dapat Anda gunakan adalah sebagai berikut:

- a. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi modul ini melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan peserta diklat yang lain atau dengan tutor anda .
- b. Guna memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
- c. Mantapkan pemahaman anda dengan mengerjakan latihan dalam modul dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan peserta diklat lainnya.
- d. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal-soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah anda sudah memahami dengan benar kandungan modul ini.

4. Alat Bantu/Media

Untuk menyempurnakan proses pembelajaran Anda dalam memahami Modul 3, Anda dapat menggunakan Alat Bantu/Media sebagai berikut:

- a. Modul
- b. Bahan Tayang
- c. Alat Tulis

5. Tujuan Kurikuler Khusus (TKK)

Setelah pembelajaran mata pelatihan ini peserta diharapkan dapat memahami:

- a. Paradigma Baru dalam Industri Konstruksi
- b. Definisi BIm dan Manfaat BIM secara Umum
- c. Adopsi BIM dalam Organisasi
- d. Implementasi BIM dalam proyek terkait

Selamat belajar !

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi informasi dan komunikasi dengan format digital kerap digunakan di lini industri konstruksi di seluruh dunia. Bahkan teknologi digital pun memberikan dampak yang besar dalam melakukan percepatan pembangunan infrastruktur sehingga menjadi lebih efisien dan produktif salah satunya dengan *Building Information Modelling* (BIM).

BIM merupakan seperangkat teknologi, proses kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara terintegrasi dalam sebuah model digital, yang kemudian diterjemahkan sebagai gambar 3 tiga dimensi. Teknologi tersebut juga merupakan proses dalam menghasilkan dan mengelola data suatu konstruksi selama siklus hidupnya. BIM menggunakan software 3D, real-time, dan pemodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam desain dan konstruksi bangunan.

Perangkat lunak komprehensif ini membantu spesialis bangunan dan konstruksi untuk mendesain, simulasi, visualisasi dan membangun bangunan yang lebih baik. Selain itu, dari sisi pembinaan usaha, penggunaan BIM akan meningkatkan kinerja organisasi pengguna jasa konstruksi dan penyedia konstruksi.

Manfaat lain dari sistem teknologi BIM ini yakni, mampu mengurangi kesalahan dan kelalaian, mengurangi proses pengerjaan berulang, dan mampu mengurangi durasi proyek dan meningkatkan keuntungan bagi yang berada di industri Konstruksi. Kesimpulannya BIM merupakan sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen. Ruang lingkup BIM ini mendukung dari desain proyek, jadwal, dan informasi- informasi lainnya secara terkoordinasi dengan baik.

Diharapkan dengan implementasi teknologi ini akan mendukung program percepatan pembangunan Infrastruktur yang sedang gencar dilakukan Pemerintah. Tidak hanya itu, dengan penggunaan teknologi ini juga diharapkan mendukung peningkatan daya saing Infrastruktur yang saat ini telah berada di urutan ke 52 dunia. Kementerian PUPR sebagai pembina jasa konstruksi akan menerapkan teknologi BIM dan akan membuat tahapan-tahapan kebijakan implelementasi konstruksi digital di Indonesia, sehingga pelaku konstruksi nasional secara bertahap dan cepat akan siap beradaptasi dalam menerapkan teknologi BIM.

Untuk mewujudkan infrastruktur handal diperlukan sumber daya manusia yang kompeten dan ahli pada bidang konstruksi. Oleh karena itu, guna menciptakan sumber daya manusia yang kompeten dan ahli pada bidang konstruksi, salah satunya perlu dilaksanakannya suatu program pelatihan, yaitu :

PELATIHAN PERENCANAAN KONSTRUKSI DENGAN SISTEM TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Dengan demikian diharapkan SDM yang bernaung di bawah Kementerian PUPR terutama pada sektor konstruksi, mampu memberikan pelayanan yang prima terkait Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM).

Guna mendukung berjalannya program pelatihan, perlu ditunjang dengan adanya bahan ajar salah satunya yaitu modul. Diharapkan dengan adanya modul, mampu menciptakan proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Maka dibuatlah modul terkait Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) .

Modul 3 yang membahas mengenai “**Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Impelementasinya di Indonesia**” diharapkan menambah wawasan dan pengetahuan peserta pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) mengenai keterkaitan Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dengan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM). Selain itu diharapkan peserta pelatihan dapat menggali keluasan dan kedalaman substansinya bersama sesama peserta dan para Widyaiswara dalam berbagai kegiatan pembelajaran selama pelatihan berlangsung.

1.2. Deskripsi Singkat

Mata Pelatihan ini membekali peserta dengan pengetahuan mengenai prinsip dasar sistem teknologi BIM dan implementasinya di Indonesia.

1.3. Tujuan Pembelajaran

1.3.1. Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran mata diklat ini peserta diharapkan dapat memahami prinsip dasar sistem teknologi BIM dan implementasinya di Indonesia yang meliputi Paradigma Baru dalam Industri Konstruksi, Definisi BIM dan Manfaat BIM secara umum, Adopsi BIM dalam Organisasi, dan Implementasi BIM dalam Proyek terkait.

1.3.2. Indikator Keberhasilan

Setelah mengikuti pembelajaran mata diklat ini peserta mampu memahami:

- a. Paradigma Baru dalam Industri Konstruksi
- b. Definisi BIM dan Manfaat BIM secara umum
- c. Adopsi BIM dalam Organisasi
- d. Implementasi BIM dalam Proyek terkait

1.4. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

1.4.1. Paradigma Baru dalam Industri Konstruksi

- a. Situasi Perekonomian Indonesia Tahun 2018
- b. Konsep dan Best Practise di Industri Konstruksi
- c. Era Baru Industri Konstruksi di Indonesia

- d. Latihan
- e. Rangkuman
- f. Evaluasi

1.4.2. Definisi BIM dan Manfaat BIM secara umum

- a. Definisi BIM
- b. Manfaat BIM
- c. Perbedaan BIM dan CAD
- d. Dimensi BIM
- e. Latihan
- f. Rangkuman
- g. Evaluasi

1.4.3. Adopsi BIM dalam Organisasi

- a. Pentingnya BIM dalam Organisasi
- b. Adopsi BIM dalam Organisasi
- c. Latihan
- d. Rangkuman
- e. Evaluasi

1.4.4. Implementasi BIM dalam Proyek terkait

- a. Implementasi BIM di Negara Lain
- b. Implementasi BIM di Indonesia
- c. Latihan
- d. Rangkuman
- e. Evaluasi

BAB 2. PARADIGMA BARU DALAM INDUSTRI KONSTRUKSI

2.1. Situasi Perekonomian Indonesia Tahun 2018

Perekonomian dunia saat ini memang berada pada posisi kondisi yang tidak dapat diprediksi secara pasti. Salah satu yang menjadi perhatian global ialah tren penurunan daya beli masyarakat di beberapa negara sehingga perlu diantisipasi mengingat pertumbuhan ekonomi dunia pada tahun 2017 berada pada posisi 3,6% naik hanya 0,4% dari tahun 2016 pada periode yang sama. Berdasarkan laporan Bank Indonesia, pertumbuhan ekonomi Indonesia pada triwulan III Tahun 2017 tercatat 5,06%, lebih baik jika dibandingkan pada triwulan sebelumnya sebesar 5,01%. Angka ini memang lebih kecil jika dibandingkan dengan prediksi pertumbuhan ekonomi oleh Bank Dunia sebesar 5,1%.

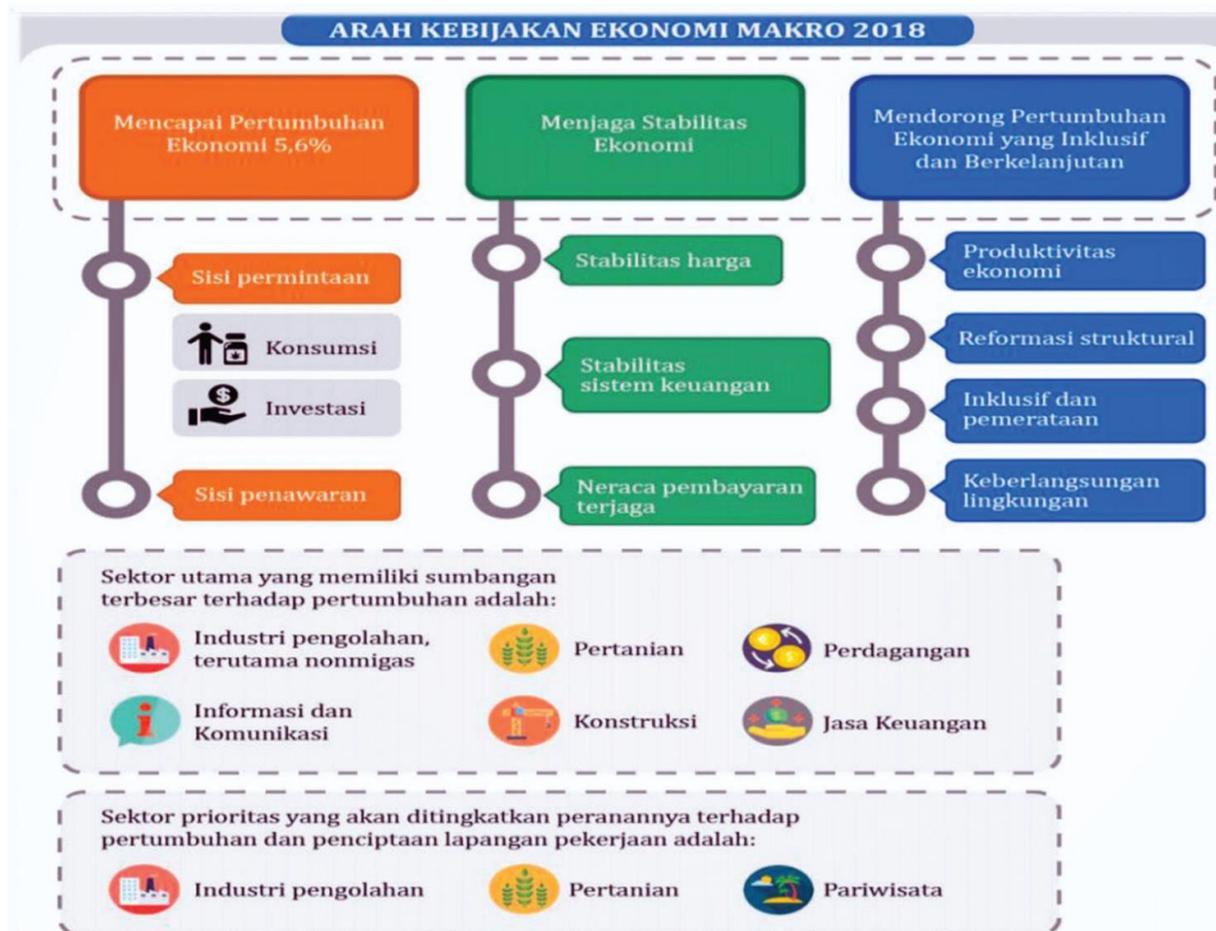
Peningkatan pertumbuhan ekonomi pada kuartal III dipengaruhi oleh peningkatan kinerja ekspor dan investasi serta konsumis yang relatif terjaga. Berdasarkan laporan Bank Indonesia pada 6 November 2017, investasi mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan dimana telah mencapai level tertinggi sejak triwulan I 2013. Pertumbuhan ini didukung oleh investasi bangunan dan non-bangunan.

Percepatan pembangunan infrastruktur menjadi pendorong utama terhadap peningkatan investasi bangunan baik oleh pemerintah maupun peran sektor swasta. Disamping itu, Pemerintah Indonesia cukup berhati-hati terhadap kondisi konsumsi masyarakat dimana pertumbuhan konsumsi rumah tangga tumbuh sedikit lebih rendah jika dibandingkan pada triwulan sebelumnya. Belum lagi, kondisi perusahaan retail besar Indonesia yang mengambil langkah untuk menutup gerai mereka di beberapa pusat perbelanjaan. Hal ini juga menjadi kekhawatiran terhadap perusahaan retail lainnya yang akan mengalami kondisi yang sama.

Akan tetapi Pemerintah Indonesia masih optimis dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia di kuartal IV pada tahun 2017 dengan prediksi mencapai 5,1%. Optimisme ini ditunjukkan melalui target penyelesaian pembangunan infrastruktur hingga tahun 2017. Selain itu, percepatan reformasi struktural perekonomian dan iklim investasi yang semakin kondusif akan meningkatkan nilai investasi bangunan maupun non bangunan.

Perbaikan kinerja ekspor dan perbaikan ekonomi dunia hingga akhir tahun 2017 akan menutup pertumbuhan ekonomi Indonesia pada level yang memuaskan. Lalu bagaimana dengan tahun 2018? Bank Dunia memprediksi pertumbuhan ekonomi Indonesia akan meningkat menjadi 5,3%. Angka ini didorong oleh pertumbuhan ekonomi global yang diprediksi semakin membaik dan kondisi domestik yang semakin menguat sebagai efek dari reformasi perekonomian yang terus berlanjut. Selain itu, peringkat kemudahan berbisnis di Indonesia (*Ease of Doing Business*) mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Berdasarkan laporan Ease of Doing Business (EODB) untuk 2018 yang dirilis oleh Bank Dunia, Indonesia menempati peringkat ke-72 dari peringkat ke-91 pada tahun 2017. Hal ini diharapkan dapat mendorong laju pertumbuhan investasi bangunan maupun non-bangunan dari luar negeri semakin besar mengingat iklim usaha di Indonesia yang mulai membaik serta komitmen pemerintah untuk memberikan kemudahan dan layanan bagi pelaku usaha. Selain itu, pertimbangan adanya peningkatan pertumbuhan ekonomi pada tahun 2018 juga merujuk pada peningkatan kepercayaan investor kepada Indonesia yang didukung oleh kenaikan peringkat standard & poor's dan realisasi konsumsi sektor swasta yang semakin menguat.

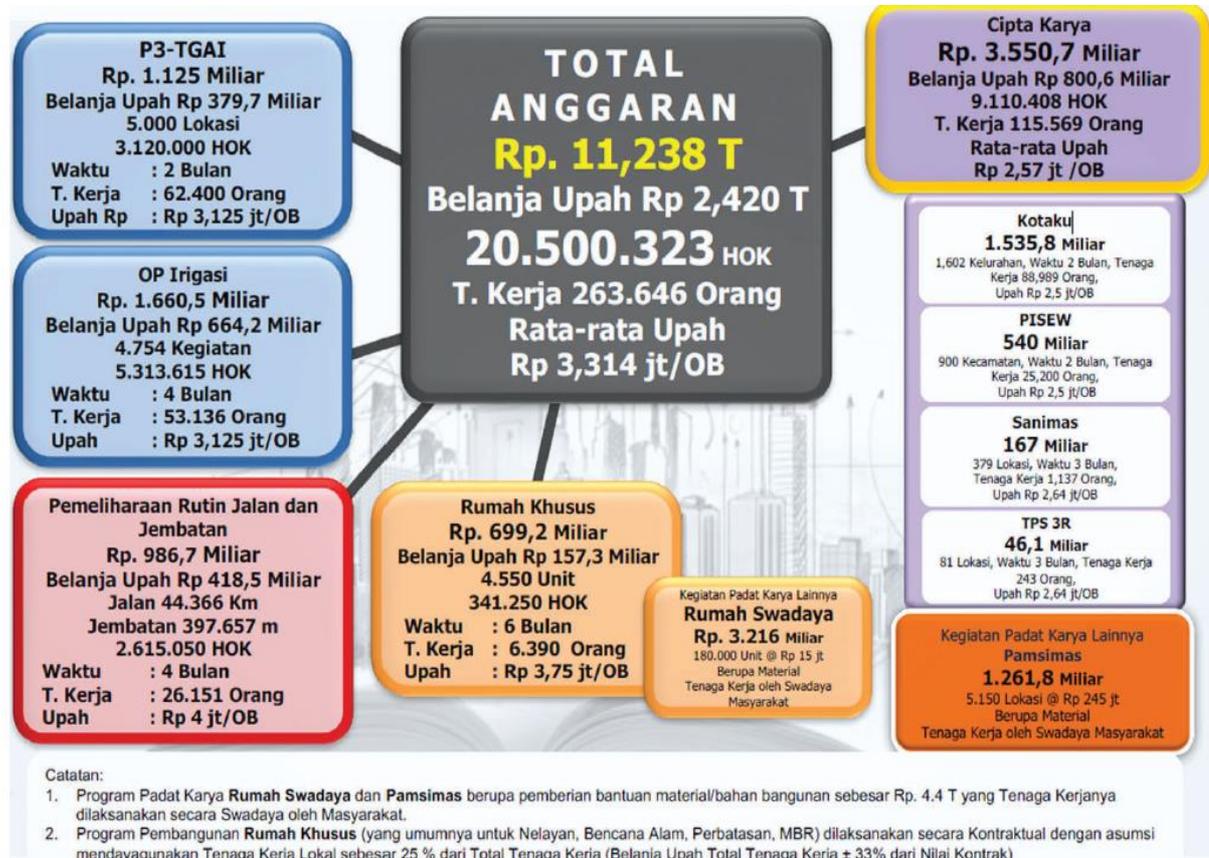


Gambar 2.1. Arah Kebijakan Ekonomi Makro Tahun 2018

Optimisme Pemerintah Indonesia dalam mencapai target pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2018 terlihat jelas pada Rencana Kerja Pemerintah Tahun 2018. Pemerintah Indonesia memprediksi pertumbuhan ekonomi Indonesia mencapai angka 5,2%-5,6% yang akan didorong oleh peningkatan domestik melalui investasi dan konsumsi rumah tangga. Pemerintah Indonesia menargetkan pertumbuhan investasi sebesar 6,0%-6,6% dan konsumsi rumah tangga sebesar 5,1%-5,2% pada tahun 2018.

Dalam kerangka kebijakan, Pemerintah terus melanjutkan proses konsolidasi dan restrukturisasi ekonomi melalui perbaikan iklim investasi dan percepatan penyediaan infrastruktur. Sektor konstruksi sebagai salah satu penyumbang terbesar terhadap PDB

Indonesia, ditargetkan akan mengalami pertumbuhan 6,7%-7,1% yang didukung oleh pembangunan infrastruktur sebesar 90% dari target program pemerintah tercapai. Selain itu, pembangunan infrastruktur juga diharapkan akan memberikan pengaruh terhadap penciptaan lapangan pekerjaan yang nantinya diharapkan dapat mendorong peningkatan daya beli masyarakat.



Gambar 2.2. Program Infrastruktur Berbasis Masyarakat (Padat karya) Kementerian PUPR Tahun 2018

Salah satu langkah konkret yang diambil Pemerintah ialah dengan mengeluarkan kebijakan “Program Padat Karya Cash”. Kebijakan tersebut nantinya akan tertuang dalam Peraturan Presiden dan akan mulai dilaksanakan pada Januari 2018. Hal ini dilakukan pemerintah untuk mendongkrak daya beli masyarakat dan mengoptimalkan alokasi dana desa pada penyediaan infrastruktur.

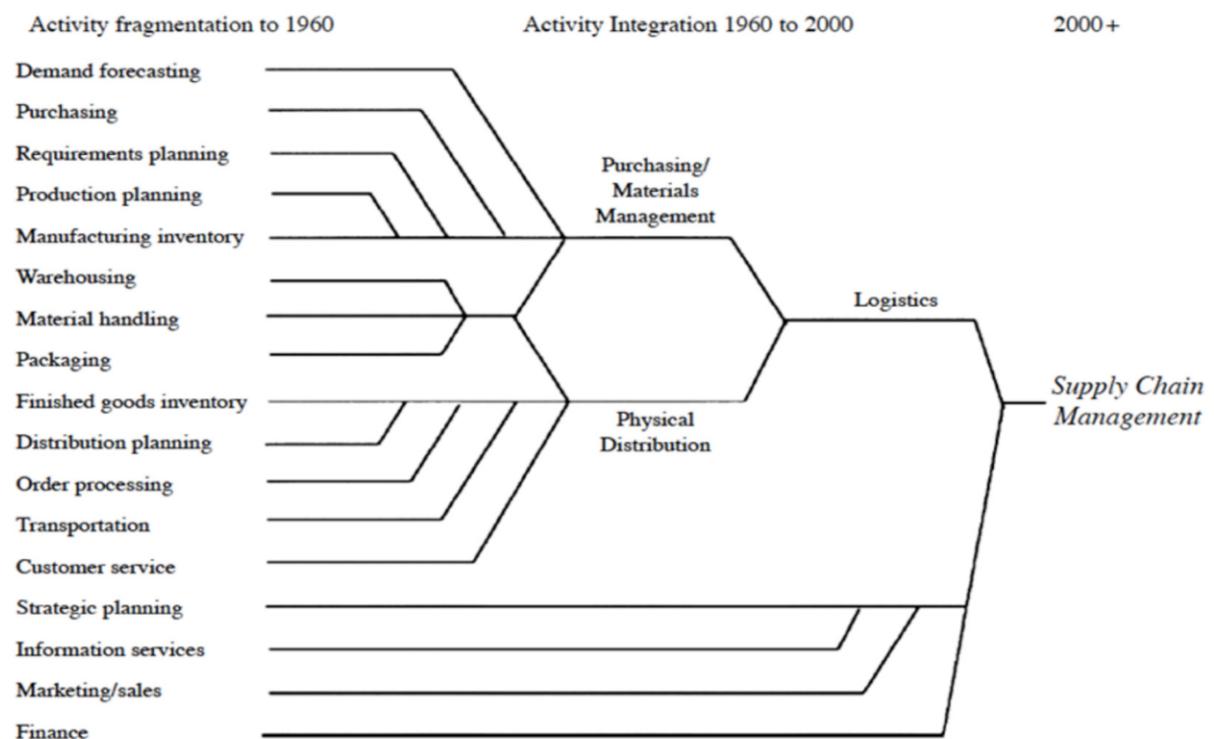
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagai Kementerian yang diberikan amanat untuk membangun infrastruktur di seluruh wilayah Indonesia telah menyusun program-program pembangunan yang akan mendukung kebijakan tersebut. Pada tahun 2018, Kementerian PUPR mengalokasikan anggaran sebesar Rp. 11,38 triliun untuk Program Infrastruktur Berbasis Masyarakat (Padat Karya). Program ini ditargetkan akan mampu menyerap tenaga kerja ± 400.000 orang dan diharapkan mampu mendorong daya beli masyarakat. Program ini nanti akan mempercepat penyediaan infrastruktur bagi masyarakat khususnya yang ada di pedesaan dan kawasan perbatasan lainnya.

Langkah ini menunjukkan komitmen pemerintah untuk meningkatkan perekonomian masyarakat dengan tetap menyediakan infrastruktur secara merata sehingga akan memberikan *multiplier effect* bagi sektor-sektor lainnya. Oleh karena itu, tahun 2018 merupakan tahun emas bagi Indonesia karena segala optimisme dan harapan positif yang ditunjukkan melalui dukungan semua pihak baik pemerintah itu sendiri, pelaku usaha, investor asing, serta masyarakat Indonesia.

2.2. Konsep dan *Best Practise* di Industri Konstruksi

Supply Chain Management (SCM) adalah sebuah konsep yang lebih luas dari logistic. Perkembangan terkini dari logistic management yang munculnya diawali dari sebuah visi kebutuhan untuk bekerjasama. Dalam sejarahnya, *logistic management* dikembangkan untuk keperluan militer dimana logistic di yakini menjadi salah satu factor penentu dalam kemenangan sebuah operasi militer (gambar 1). Tanpa logistic management yang handal akan berakibat fatal.

Dalam perkembangan selanjutnya, logistic management diadopsi oleh industri menjadi bagian dari fungsi bisnis, yang mana antara tahun 1960-2000, *logistic management* berkembang dan terbagi menjadi dua sub unit.



Gambar 2.3. Perkembangan Supply Chain Management dari masa kemasa (Cited in Ronald Ballou 2007)

Sub unit yang pertama adalah material management yang berorientasi pada sifat dasar material/barang, yang kedua adalah distribution management yang berorientasi pada proses memindahkan material/barang dari satu tempat ke tempat lain.

Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi, perubahan paradigma dalam berkompetisi, kelangkaan sumber daya alam dan masalah lingkungan, di tahun 2004/5 logistik manajemen dirasa kurang mampu untuk menjawab tantangan bisnis. Dengan masuknya fungsi bisnis yang lain (*strategic planning, information services, marketing/sales, dan finance*) pada akhirnya SCM saat ini mulai dikenal sebagai sebuah disiplin bisnis baru yang dianggap menjawab tantangan bisnis terkini maupun yang akan datang (gambar 2.3).

Munculnya Paradigma Baru dalam Berkompetisi

Dunia bisnis seringkali bisa dianggap sebagai medan pertempuran oleh sebagian pelaku usaha, sehingga untuk memenangkan pertempuran diperlukan sebuah upaya strategi yang tepat. Saat ini kompetisi bisnis tidak lagi dianggap sebagai kompetisi antar perusahaan melainkan sudah dianggap sebagai kompetisi antar jaringan. Tidak ada satupun intitusi yang berdiri sendiri mampu bertahan tanpa membangun relasi dengan para mitra usahanya.

Untuk memenangkan kompetisi, SCM menjadi sangat strategis, karena bermanfaat untuk mencapai *linkage* dan koordinasi antar proses dari semua elemen dalam sebuah mata rantai (*supplier/vendors dan customers*). Tujuannya adalah demi meningkatkan *competitive advantage* perusahaan yang berorientasi pada *customer value*.

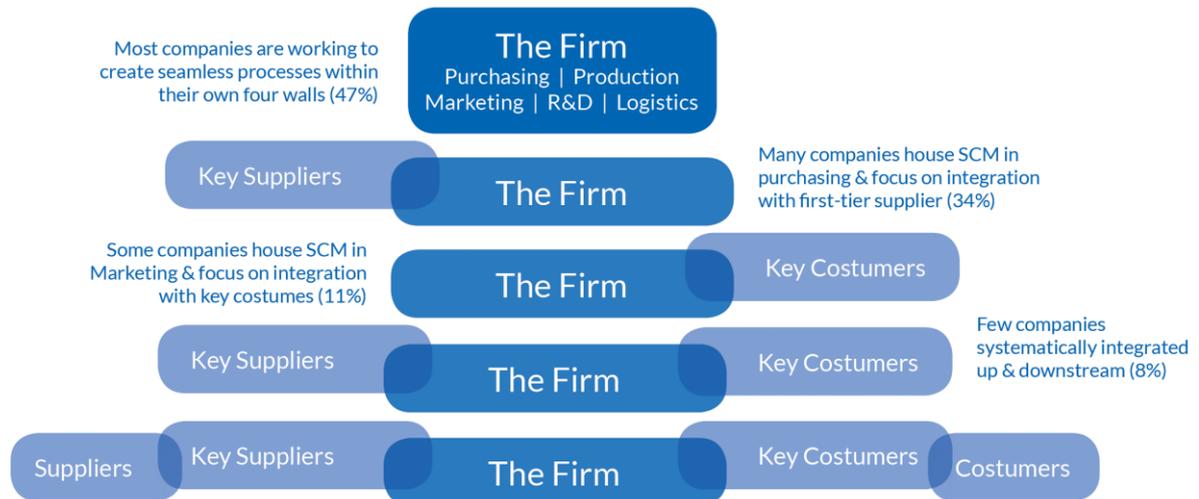
SCM juga di yakini dapat menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi. Perusahaan tidak lagi di hantui untuk selalu hanya berpatokan kepada inventory dalam menjalankan aktifitas bisnisnya, akan tetapi semakin terpusat dalam mengelola dan mengintegrasikan sebuah informasi dalam jaringan yang mereka miliki. Mengintegrasikan informasi akan sangat meningkatkan proses koordinasi antar mitra usaha kearah yang lebih strategis sehingga pada akhirnya memungkinkan untuk terjadinya *share resources* dan risiko dalam aktifitas bisnis. Perusahaan akan semakin efisien karena lebih terfokus pada bisnis inti dan menjadi lebih special.

Kompetisi bisnis juga tidak lagi fokus pada *price* atau harga, dimana dulu dianggap harga murah akan selalu menjadi strategi yang terbaik. Saat ini customer sudah menginginkan lebih dari sekedar harga. Strategi pada "customer value" dengan memberikan nilai lebih pada customer akan menjadi sangat strategis. Kecenderungan customer saat ini bukan hanya sekedar harga murah namun juga pelayanan yang baik (*responsiveness, reliability, resilience, dan relationship*). Dengan konsep ini, SCM sangat penting karena berperan strategis dalam meningkatkan customer service dan relationship sehingga berujung pada peningkatan loyalitas pelanggan.

Best Practice Supply Chain Management di Industri Konstruksi

Saat ini SCM telah diadopsi secara luas dalam berbagai macam industri diseluruh dunia, termasuk juga di konstruksi. Penerapan SCM dalam industri sangat tergantung dan membutuhkan penyesuaian dengan sifat dan karakteristik dari masing-masing industri. Dalam praktiknya, sebagian besar perusahaan (47%) secara tradisional mengembangkan SCM mereka. Berbagai cara dilakukan, semisal dengan memperlancar proses bisnis hanya dalam lingkup internal saja.

Selanjutnya 34% perusahaan lebih maju dengan mengembangkan SCM dalam fungsi procurement yang berintegrasi dengan supplier/vendor utamanya, dan 11% mengembangkan supply chain dalam fungsi marketing dengan berintegrasi hanya kepada customer. SCM yang paling maju (8%), yaitu dengan cara mengembangkan SCM secara sistematis secara terintegrasi, baik dengan supplier/vendor serta customer. Dan ini adalah kunci mereka dalam menjamin keberlangsungan bisnis dalam jangka panjang (gambar 2.4).



Gambar 2.4. Praktek Supply Chain Management saat ini (Cited in Ronald Ballou 2007)

SCM pada Kontraktor Nasional

Penerapan SCM pada salah satu kontraktor nasional (PT.TBP) sudah dimulai sejak tahun 2010. Pemahaman tentang konsep SCM di kontraktor ini lebih difokuskan pada konstruksi gedung. Yang tentu saja telah berkembang sampai pada tahapan lebih terorganisasi. Kontraktor ini mengembangkan SCM dimulai dari hulu, dengan visi dan strategy dasar pada deferensiasi bukan pada harga terendah pada saat mencari proyek. Strategi deferensiasi ini agaknya sangat efektif untuk diterapkan pada market proyek swasta, dimana PT.TBP mampu memberikan nilai tambah pada customer-nya, sehingga, walaupun dengan harga relatif lebih tinggi dibandingkan kompetitor, perusahaan ini tetap menjadi pilihan para pemilik gedung.

SCM di perusahaan ini secara sistematis membangun jaringan, baik dengan key supplier ataupun key customer. Dengan key supplier, kontraktor ini menyadari pentingnya SCM dengan selektif dalam memilih vendor dan untuk mengurangi resiko supply chain menjadikan subkontraktor/vendor sebagai mitra kerja. Kontraktor ini bekerjasama melalui training centernya dengan memberikan solusi serta mengembangkan vendor-vendor mereka. Dengan menyusun Corporate Plan 2010, kontraktor ini secara sistematis membangun integrasi supply chain ke dalam sistem IT yang terintegrasi. Struktur organisasi perusahaan ini juga relatif flat sehingga memiliki kecepatan dan responsif terhadap perubahan terutama market dan kompetisi yang semakin sulit diprediksi.

Customer relationship management (CRM) telah dijalankan secara baik terlihat dengan dibentuknya direktorat yang secara khusus menangani customer care dan product quality. Procurement dengan sistem terpusat dibawah departemen logistik, bertanggung jawab

langsung kepada seorang direktur dan diisi oleh orang-orang dengan kompetensi yang sangat baik dan berlatar belakang teknik serta master management (MM). Penerapan SCM di perusahaan telah menghasilkan efisiensi yang cukup signifikan, dengan jumlah karyawan sekitar 1.250 orang, perusahaan ini mencetak revenue Rp 2.3 trilyun di tahun 2013 atau naik 24.7% dari pencapaian tahun 2012. Perusahaan ini juga mencetak score CSI (Customer Satisfaction Index) yang sangat baik yaitu rata-rata 70%. Dan hal ini dapat diartikan perusahaan ini mampu mempertahankan loyalitas customer-nya atau 70% customer melakukan repeat order setiap tahunnya.

Tabel 2.1. Resume Best Practices Supply Chain Management di Industri Konstruksi

No	Item	Kontraktor Nasional	Kontraktor Multi Nasional
1	Visi Supply Chain	Ada. Sedikit jelas tertuang di strategi dasar	Ada. Jelas dan spesifik
2	Proses Pengadaan	Dilakukan di Pusat, di Proyek untuk minor items	Dilakukan di Pusat, di Proyek untuk minor items
3	Struktur Organisasi SCM	Di bawah Direktur Legal dan Logistik	Di bawah Direktur Supply Chain
4	Strategi Pengadaan	Sangat selektif (Sedikit Vendors & Strategis)	Memilih hanya 'Best Performance Vendors'
5	Informasi Teknologi	Integrated, In House	Integrated, Build Up
6	SC atau Tim Pengadaan	Berlatar belakang teknik & MM	Integrated, Build Up & SCM
7	Produktifitas per Orang	1,8 milyar/org	3,7 milyar/org

SCM pada Kontraktor Multi Nasional

Contoh selanjutnya adalah BB Plc, sebuah kontraktor multinasional yang beromset mencapai 187 trilyun dan beroperasi di 80 belahan Negara di dunia. Perusahaan ini juga sudah menempatkan SCM di level strategis dalam proses bisnisnya. Kontraktor ini menyusun visi SCM dengan sangat jelas, dimana BB Plc menyadari keberlanjutan bisnis merupakan tanggung jawab bersama seluruh rangkaian supply chain. SCM di perusahaan ini ditangani oleh seorang direktur dengan membentuk supply chain solution team untuk bekerja sama dengan mitra strategis mereka. Strategi utama dalam proses pengadaan di perusahaan ini adalah selalu berprinsip memperpendek supply chain dengan selalu berhubungan dengan sumber awal. Strategi lainnya, perusahaan ini juga selalu menggunakan "*Best Performance Vendors*" (*subcontractor/supplier*) dan demi meningkatkan control dan *visibility* sepanjang *supply chain channel* dengan membangun integrasi sistem IT serta mengembangkan SDM yang kompeten dan hanya fokus pada transaksi strategis.

SCM pada perusahaan ini telah menghasilkan efisiensi sekitar Rp. 280 milyar per tahun, dengan produktifitas 3,7 milyar/orang, sekitar 49.785 karyawan di perusahaan mencetak revenue Rp. 187 trilyun ditahun 2013 atau naik 6.7% dari pencapaian tahun sebelumnya.

Walaupun masih relative baru, SCM secara pasti telah berkembang dan telah dirasakan manfaatnya bagi industri termasuk industri konstruksi. Dilatar belakangi kondisi pasar bisnis konstruksi yang sulit diprediksi dengan tingkat persaingan yang sangat ketat, mengakibatkan konsekuensi tingginya resiko dan resources yang dibutuhkan. Persaingan tidak lagi semata dipandang sebagai persaingan antar perusahaan tapi lebih kepada persaingan antar jaringan atau mitra usaha. Paradigma baru ini mengharuskan perusahaan untuk mengubah model bisnis agar tetap “survive”.

Dengan kondisi ini, terlalu beresiko untuk setiap perusahaan berjalan sendiri. Dengan kata lain hampir tidak ada satu perusahaan pun yang mampu bertahan tanpa melakukan kerja sama. Oleh karena itu, untuk menghasilkan efisiensi dan responsiveness terhadap pasar yang kompetitif, perusahaan diharapkan mampu untuk saling bekerjasama dan saling menguntungkan. SCM management memungkinkan untuk menciptakan suatu sistem yang mendukung keberlanjutan bisnis dengan terciptanya “linkage” yang baik dengan *key supplier* dan *key customer*.

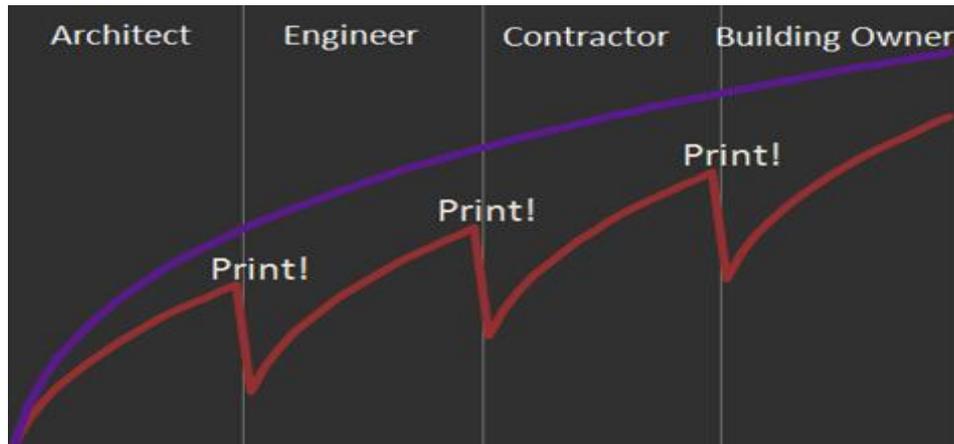
2.3. Era Baru Industri Konstruksi di Indonesia

Industri konstruksi merupakan salah satu industri terbesar di dunia, dimana dengan semakin meningkatnya populasi penduduk, maka akan semakin meningkat pula permintaan di bidang konstruksi. Hal ini tentunya terkait dengan berbagai permasalahan dan tantangan khususnya di bidang kinerja dan produktivitas, keuntungan perusahaan, maupun keberlanjutan lingkungan.

Selama ini, permasalahan yang sering terjadi di dalam industri konstruksi tradisional adalah sebagai berikut:

- Konflik dan kesalahpahaman antar pihak terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik;
- Engineer kurang detail dalam menjelaskan dan mendeskripsikan masalah yang terjadi di lapangan melalui gambar 2D (gambar kerja);
- Terjadinya pengerjaan ulang dan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan;
- Biaya yang membengkak dan mutu pekerjaan kurang baik akibat re-work dan keterlambatan waktu pengerjaan;
- Ketidak akuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan;
- Penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek (AutoCad untuk desain gambar, SAP untuk analisa struktur, Ms. Excel untuk perhitungan volume dan biaya, dan Ms. Project untuk penjadwalan);

- Pemakaian/konsumsi kertas untuk mengeprint dan mengevaluasi gambar kerja yang semakin meningkat apabila terjadi rework.



Gambar 2.5. Analogi proses pekerjaan dalam industri konstruksi tradisional.

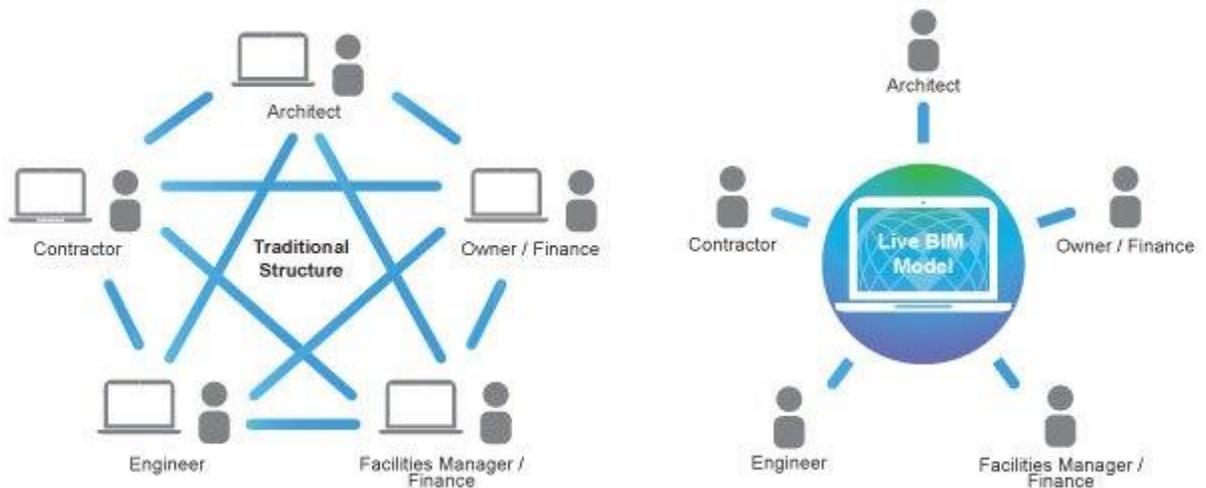
Adanya pengembangan teknologi baru mengubah wajah industri konstruksi. Beberapa teknologi konstruksi penting diantaranya adalah teknologi digital dengan investasi awal mungkin sedikit lebih tinggi, namun dalam jangka panjang, perusahaan konstruksi akan menghemat uang.

Perkembangan teknologi digital pun kemudian memberikan dampak yang besar dalam melakukan percepatan pembangunan infrastruktur sehingga menjadi lebih efisien dan produktif, salah satunya dengan Building Information Modelling (BIM).

BIM merupakan sistem, manajemen, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola dan kemudian diproyeksikan ke dalam model 3 dimensi.

Di dalamnya melekat semua informasi bangunan tersebut, yang berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan pembangunan, serta pemeliharaan bangunan tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait di dalam proyek seperti konsultan, *owner*, dan kontraktor.

Dengan demikian keberadaan BIM mengubah proses konstruksi tradisional, dimana sering terjadi konflik dan kesalahpahaman antar stakeholder terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik. Hal ini dapat menghasilkan pengerjaan ulang yang mengakibatkan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan. Secara otomatis biaya membengkak akibat keterlambatan waktu pengerjaan. Demikian pula dengan penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek berpotensi untuk menghasilkan ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan yang secara sistematis akan mengakibatkan kurang baiknya mutu pekerjaan.



Gambar 2.6. Proses konstruksi secara tradisional (kiri) dan modernisasi melalui pemakaian BIM (kanan).

Konsep BIM membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya, untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial (*Smith, Deke 2007*). BIM berimplikasi memberi perubahan, mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda, sehingga proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat dan berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi. (*Eastman C., 2008*).

2.4. Soal Latihan

1. Jelaskan bagaimana penerapan Supply Chain Management (SCM) dalam industri konstruksi?
2. Jelaskan tentang permasalahan yang sering terjadi di industri konstruksi!
3. Mengapa penerapan *Building Information Modeling* (BIM) akan lebih baik dibanding dengan sistem konvensional?

2.5. Rangkuman

Dalam kerangka kebijakan, Pemerintah terus melanjutkan proses konsolidasi dan restrukturisasi ekonomi melalui perbaikan iklim investasi dan percepatan penyediaan infrastruktur. Sektor konstruksi sebagai salah satu penyumbang terbesar terhadap PDB Indonesia, ditargetkan akan mengalami pertumbuhan 6,7%-7,1% yang didukung oleh pembangunan infrastruktur sebesar 90% dari target program pemerintah tercapai. Selain itu, pembangunan infrastruktur juga diharapkan akan memberikan pengaruh terhadap penciptaan lapangan pekerjaan yang nantinya diharapkan dapat mendorong peningkatan daya beli masyarakat.

Saat ini SCM telah diadopsi secara luas dalam berbagai macam industri diseluruh dunia, termasuk juga di konstruksi. Penerapan SCM dalam industri sangat tergantung dan membutuhkan penyesuaian dengan sifat dan karakteristik dari masing-masing industri. Dalam praktiknya, sebagian besar perusahaan (47%) secara tradisional mengembangkan SCM mereka. Berbagai cara dilakukan, semisal dengan memperlancar proses bisnis hanya dalam lingkup internal saja.

Selanjutnya 34% perusahaan lebih maju dengan mengembangkan SCM dalam fungsi procurement yang berintegrasi dengan supplier/vendor utamanya, dan 11% mengembangkan supply chain dalam fungsi marketing dengan berintegrasi hanya kepada customer. SCM yang paling maju (8%), yaitu dengan cara mengembangkan SCM secara sistematis secara terintegrasi, baik dengan supplier/vendor serta customer. Dan ini adalah kunci mereka dalam menjamin keberlangsungan bisnis dalam jangka Panjang.

Keberadaan BIM mengubah proses konstruksi tradisional, dimana sering terjadi konflik dan kesalahpahaman antar stakeholder terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik. Hal ini dapat menghasilkan pengerjaan ulang yang mengakibatkan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan. Secara otomatis biaya membengkak akibat keterlambatan waktu pengerjaan. Demikian pula dengan penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek berpotensi untuk menghasilkan ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan yang secara sistematis akan mengakibatkan kurang baiknya mutu pekerjaan.

2.6. Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan cara memilih jawaban yang Benar di antara pilihan jawaban yang ada.

1. Permasalahan yang sering terjadi di dalam industri konstruksi tradisional adalah sebagai berikut, kecuali:
 - a. Konflik dan kesalahpahaman antar pihak terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik;
 - b. Engineer kurang detail dalam menjelaskan dan mendeskripsikan masalah yang terjadi di lapangan melalui gambar 3D (3 Dimensi);
 - c. Terjadinya pengerjaan ulang dan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan;
 - d. Biaya yang membengkak dan mutu pekerjaan kurang baik akibat re-work dan keterlambatan waktu pengerjaan serta ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan;
2. Menurut Smith, Deke 2007, Konsep BIM adalah membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya, supaya sebagai berikut, kecuali:
 - a. untuk mengurangi ketidakpastian,
 - b. meningkatkan keselamatan,
 - c. menganalisis kerugian,

- d. menganalisis dampak potensial
3. Menurut Eastman C, 2008 BIM berimplikasi memberi perubahan, mendorong pertukaran model 3D antara disiplin ilmu yang berbeda, sehingga :
 - a. Proses pendeteksian keselamatan dapat diketahui lebih awal
 - b. Proses pertukaran informasi menjadi lebih cepat dan berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi
 - c. Proses analisis dampak potensial lebih mudah dilakukan
 - d. Proses pertukaran material lebih cepat jika terjadi ketidakcocokan

2.7. Jawaban Soal Latihan

1. Penerapan SCM di Industri Konstruksi adalah sebagai berikut:
 - Saat ini SCM telah diadopsi secara luas dalam berbagai macam industri diseluruh dunia, termasuk juga di konstruksi. Penerapan SCM dalam industri sangat tergantung dan membutuhkan penyesuaian dengan sifat dan karakteristik dari masing-masing industri. Dalam praktiknya, sebagian besar perusahaan (47%) secara tradisional mengembangkan SCM mereka. Berbagai cara dilakukan, semisal dengan memperlancar proses bisnis hanya dalam lingkup internal saja.
 - Selanjutnya 34% perusahaan lebih maju dengan mengembangkan SCM dalam fungsi procurement yang berintegrasi dengan supplier/vendor utamanya, dan 11% mengembangkan supply chain dalam fungsi marketing dengan berintegrasi hanya kepada customer. SCM yang paling maju (8%), yaitu dengan cara mengembangkan SCM secara sistematis secara terintegrasi, baik dengan supplier/vendor serta customer. Dan ini adalah kunci mereka dalam menjamin keberlangsungan bisnis dalam jangka panjang
2. Selama ini, permasalahan yang sering terjadi di dalam industri konstruksi tradisional adalah sebagai berikut:
 - Konflik dan kesalahpahaman antar pihak terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik;
 - Engineer kurang detail dalam menjelaskan dan mendeskripsikan masalah yang terjadi di lapangan melalui gambar 2D (gambar kerja);
 - Terjadinya pengerjaan ulang dan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan;
 - Biaya yang membengkak dan mutu pekerjaan kurang baik akibat re-work dan keterlambatan waktu pengerjaan;
 - Ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan;

- Penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek (AutoCad untuk desain gambar, SAP untuk analisa struktur, Ms. Excel untuk perhitungan volume dan biaya, dan Ms. Project untuk penjadwalan);
 - Pemakaian/konsumsi kertas untuk mengeprint dan mengevaluasi gambar kerja yang semakin meningkat apabila terjadi rework.
3. Karena keberadaan BIM akan mengubah proses konstruksi tradisional, dimana sering terjadi konflik dan kesalahpahaman antar stakeholder terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik. Hal ini dapat menghasilkan pengerjaan ulang yang mengakibatkan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan. Secara otomatis biaya membengkak akibat keterlambatan waktu pengerjaan. Demikian pula dengan penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek berpotensi untuk menghasilkan ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan yang secara sistematis akan mengakibatkan kurang baiknya mutu pekerjaan.

BAB 3. DEFINISI DAN MANFAAT BIM

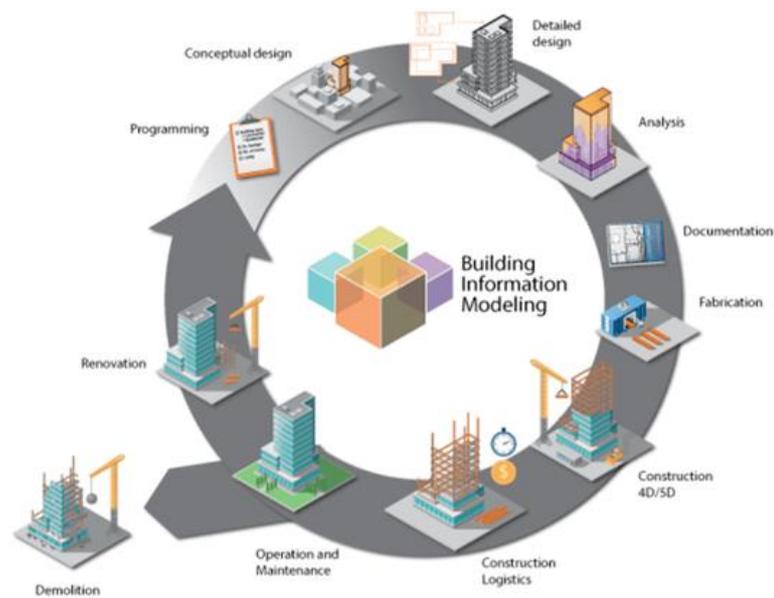
3.1. Definisi BIM

Istilah Building Information Modeling (BIM) memiliki banyak interpretasi dan definisi. BIM adalah akronim untuk *Building Information Modeling* atau Building Information Model yang kemudian berkembang Manajemen Informasi.

Berdasarkan BuildingSmart (sebuah lembaga internasional nonpemerintah yang menjadi rujukan untuk pengembangan BIM), definisi Building Information Modelling (BIM) adalah sebagai berikut:

"BIM is a digital representation of the physical and functional characteristics of a building. As such, it serves as a shared knowledge resource for information about a building, forming a reliable basis for decisions during its life cycle from inception onward"

"BIM adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi".



Gambar 3. 1. Siklus konstruksi dengan menggunakan BIM.

Singkatnya BIM adalah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen, dimana didalamnya terdapat sistem, pengelolaan, metode atau runutan pengerjaan suatu

proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola.

Karakteristik BIM sebagaimana yang tercantum dalam buku Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi (Tim BIM PUPR, 2018) adalah sebagai berikut:

1. BIM adalah pendekatan baru yang melibatkan proses perancangan dan pembuatan aset bangunan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.
2. BIM adalah proses membuat data set digital yang membentuk model 3D dan informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut Common Data Environment (CDE).
3. Prinsip BIM adalah bukan sekedar proses singular atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata, melainkan proses pembuatan model dan data secara bersamaan dan dikolaborasikan antar para pelaku sejak proses perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan pemeliharaan.

Proses **dimulai dengan menciptakan 3D model digital** dan didalamnya berisi semua informasi bangunan tersebut, yang berfungsi sebagai sarana untuk membuat perencanaan, perancangan, pelaksanaan pembangunan, serta pemeliharaan bangunan tersebut beserta infrastrukturnya bagi semua pihak yang terkait didalam proyek.

Dalam BIM, para stakeholder (owner, arsitek, kontraktor, engineer) saling bekerjasama, secara efisien bertukar informasi (baik data maupun geometri), berkolaborasi dalam mengefisienkan proses pembangunan/konstruksi sehingga dapat meminimalisir kesalahan dan mempercepat proses konstruksi, menghasilkan pengoperasian bangunan yang lebih mudah, meminimalisir produksi limbah sekaligus mengeluarkan biaya yang lebih murah. **Proses manajemen lebih *acesible dan actionable* karena bermuara pada 1 model informasi sehingga dapat meminimalisir konflik informasi diantara berbagai pihak.**

Dengan demikian, **kunci BIM tidak hanya ditekankan pada model 3 dimensi akan tetapi bagaimana suatu informasi dikembangkan, dikelola, dibagi, melalui kolaborasi yang lebih baik.**

Lebih lanjut, prinsip-prinsip pendekatan BIM adalah sebagai berikut:

- **Produk BIM diciptakan dan beroperasi pada database digital melalui kolaborasi.** Dalam pemodelan ini, informasi mengenai suatu proyek konstruksi disimpan dalam database (bukan dalam drawing file atau spreadsheet). Informasi dalam database (gambar kerja, penjadwalan, estimasi biaya, dll) dapat diedit dan ditinjau ulang melalui format presentasi yang familiar bagi masing-masing pengguna (arsitek, ahli struktur, estimator, pekerja bangunan) namun tetap dapat dilihat ke dalam model informasi yang sama.

Dalam BIM, setiap perubahan direfleksikan pada semua presentasi/visualisasi. Informasi ini dapat didistribusikan pada masing-masing anggota tim melalui sebuah jaringan atau sharing file. Masing-masing dapat bekerja secara independen serta dapat menyebarkan hasil mereka pada anggota tim lain dan berinteraksi satu sama lain untuk penyempurnaan pekerjaan.

- **Mengelola berbagai perubahan dalam database mulai dari tahap desain, konstruksi, dan operasional sehingga setiap penggantian komponen dalam database akan mengubah komponen lainnya.** Sebagai contoh, untuk memenuhi spesifikasi proyek, perubahan desain berupa pemilihan dan penggantian material tertentu akan berpengaruh terhadap estimasi biaya, pelelangan, dan konstruksi. Informasi baru ini akan tercatat ke dalam "history" dan dapat dievaluasi oleh anggota tim sehingga mendukung terjadinya proses kolaborasi.
- **Menyimpan berbagai data dan informasi untuk dapat dipergunakan kembali.** Pembentukan data dimulai sejak arsitek menuangkan sketsa pada survey awal, terus berkembang ke dalam rencana bangunan dengan informasi yang melekat berupa ketinggian lantai, potongan, dan jadwal. Estimator kemudian dapat menggunakan informasi yang ada untuk memperkirakan biaya, sementara project manager konstruksi dapat memperkirakan penjadwalan dan fase konstruksi. Penggunaan kembali informasi bangunan dapat menjadi masukan bagi analisis energi, analisis struktur, pelaporan biaya, manajemen fasilitas dan lainnya.

Dengan demikian, secara umum, BIM didefinisikan pada dua kepentingan yang berbeda, yaitu:

- **Adanya kerjasama antar stakeholder, yang secara efisien bertukar informasi (baik data maupun geometri), berkolaborasi dalam mengefisienkan proses pembangunan/konstruksi** (kesalahan semakin sedikit, konstruksi semakin cepat), menghasilkan bangunan lebih mudah dioperasikan, serta dapat meminimalisir produksi limbah sekaligus mengeluarkan biaya yang lebih murah. Dengan demikian, **kunci BIM tidak hanya ditekankan pada model tiga dimensi akan tetapi bagaimana suatu informasi dikembangkan, dikelola, dibagi, melalui kolaborasi yang lebih baik.**
- **BIM juga dapat dilihat sebagai platform perangkat lunak yang memungkinkan untuk mengkoordinasikan atau menggabungkan karya masing-masing stakeholder menjadi satu Model Informasi Bangunan berorientasi obyek tiga dimensi (3D) dengan informasi yang melekat di dalamnya.**

3.2. Manfaat BIM

Keuntungan penerapan BIM adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi satu sama lainnya (*collaboration management*);
- Mendeteksi mitigasi/mengurangi risiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menganalisis dampak potensial;
- Mengoptimalkan resources (biaya, waktu dan SDM);
- Memproduksi gambar teknis lebih cepat dan akurat; serta
- Meminimalisir terjadinya *variation order* (VO).

Lebih lanjut, manfaat BIM yang digunakan selama perancangan, konstruksi dan operasi adalah:

- Memberikan dukungan untuk proses pengambilan keputusan proyek
- Antar stakeholder memiliki pemahaman yang jelas
- Memvisualisasikan solusi desain
- Membantu dalam proses desain dan koordinasi desain
- Meningkatkan keselamatan selama konstruksi dan sepanjang siklus hidup bangunan
- Mendukung analisis biaya dan siklus hidup proyek
- Mendukung transfer data proyek ke perangkat lunak pengelolaan data selama pengoperasian
- Menekan biaya dengan jumlah anggota tim yang lebih sedikit dan meminimalisir penggunaan kertas karena interaksi secara digital.
- Kecepatan kerja lebih tinggi karena ketika suatu perubahan dilakukan dalam database secara otomatis akan terkoordinasikan dalam proyek.
- Kualitas lebih tinggi karena adanya perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga membuat proses konstruksi lebih efektif dan efisien

3.3. Perbedaan BIM dan CAD

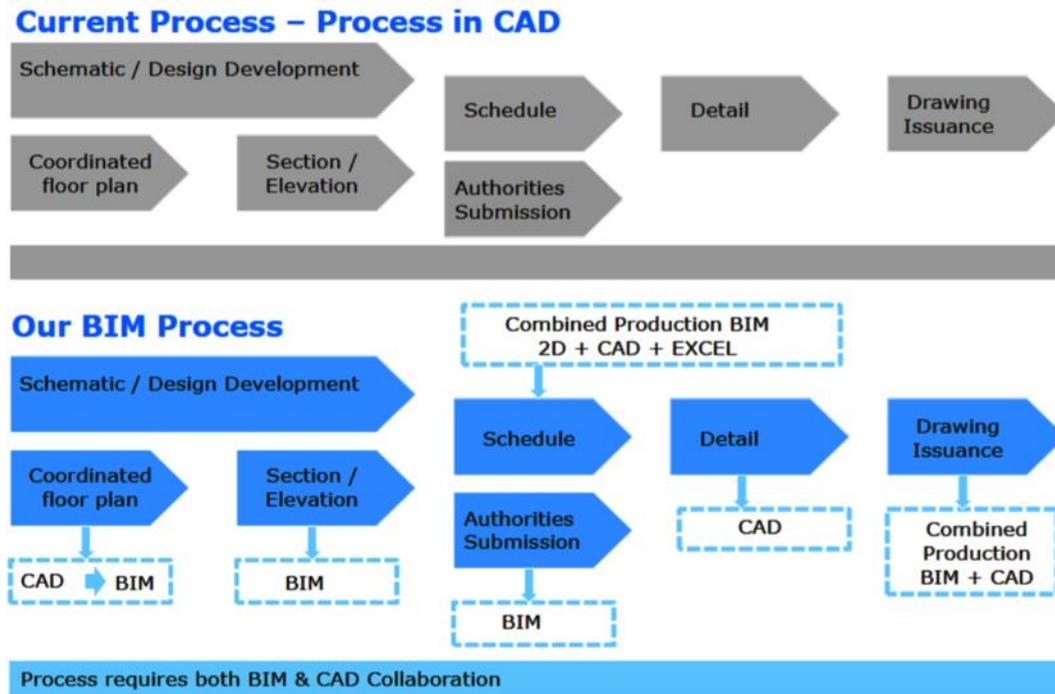
BIM dan CAD (*Computer Aided Design*) berangkat dari pendekatan yang berbeda. Aplikasi CAD meniru proses desain tradisional, dimana desain dan dokumentasi bangunan dibuat dari elemen grafis 2 dimensi seperti garis, hatch dan teks, dll. Semua objek yang digambar hanya memuat informasi vektor (baik 2D atau 3D). Gambar CAD diciptakan secara independen atau tidak ada keterkaitan antara objek-objek yang digambar sehingga perubahan desain perlu ditindaklanjuti dan diterapkan secara manual pada setiap gambar CAD.

Aplikasi BIM meniru proses bangunan sebenarnya, dimana bangunan sebenarnya dimodelkan dari elemen konstruksi nyata seperti dinding, jendela, lempengan dan atap, dan lain-lain. Pada aplikasi BIM, semua objek yang digambar memiliki informasi mulai dari material, dimensi, ketebalan dengan penggambaran langsung pada 3 dimensi. Karena sifatnya yang *bi-directional relationship* maka setiap objek gambar memiliki keterkaitan dengan objek lainnya.

BIM juga dapat melakukan beberapa analisis dari objek yang sudah selesai digambar misalnya analisa biaya material, akustik, termal dan lain sebagainya, sesuatu hal yang tidak dapat dilakukan oleh CAD. Selain itu, BIM dapat digunakan mulai dari proses massing dan konsep, produksi, sampai pembuatan BQ (Bill of Quantity).

Semua data-data ini disimpan terpusat dan terpadu dalam model bangunan virtual. Dengan demikian, BIM tidak hanya menawarkan peningkatan produktivitas yang

signifikan namun juga menjadi dasar untuk desain yang terkoordinasi dengan lebih baik dan proses pembangunan berbasis model komputer.



Sumber: RDC Architects Pte Ltd, for a HDB project, 2011 dalam BIM Essential Guide for Architectural Consultant, BCA Singapore, 2013

Gambar 3. 2. Contoh Perbedaan Proses Perancangan dalam CAD dan BIM

3.4. Dimensi BIM

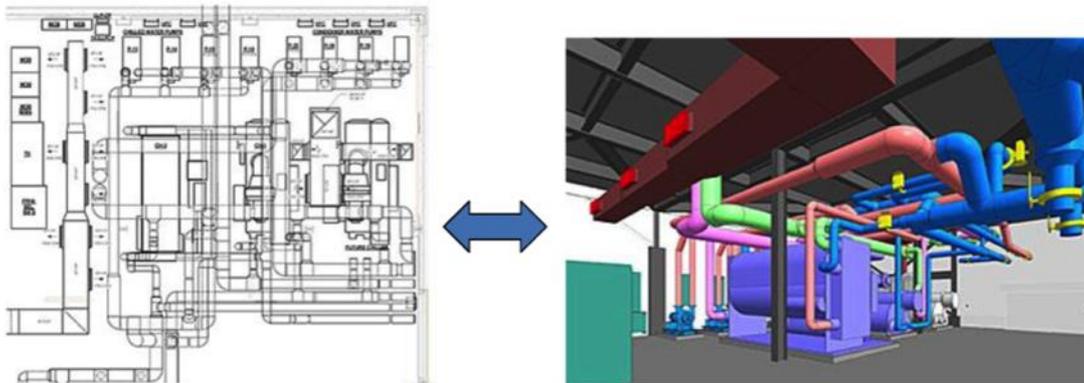
Pemodelan BIM tidak hanya merepresentasikan 2D dan 3D saja, namun selain 3D, keluarannya dapat diperoleh 4D, 5D, 6D dan bahkan sampai 7D. 3D berbasis obyek pemodelan parametric, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu, dan lain-lain, 5D termasuk estimasi biaya dan part-lists, dan 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, serta 7D untuk fasilitas manajemen.



Gambar 3. 3. Dimensi BIM dari 3D sampai 7D. Sumber:

3.4.1. 3D (Desain 3D)

Memperlihatkan kondisi eksisting serta memvisualisasikan keluaran proyek konstruksi.



Gambar 3. 4. Desain 3D

3.4.2. 4D (Time/Scheduling):

Model 4D dihasilkan dengan kemampuan memvisualisasikan urutan konstruksi, yaitu integrasi fase konstruksi proyek dan urutan ke model tiga dimensi. Dapat mengandung berbagai tingkat rincian untuk digunakan dalam berbagai fase konstruksi oleh pemilik, subkontraktor, dan lainnya.



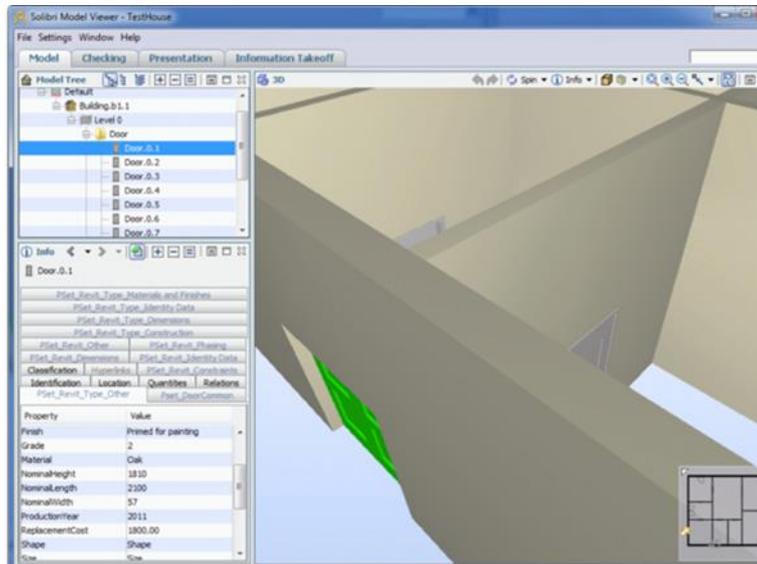
Keterangan kode warna:

oranye = telah selesai, biru = minggu ini, hijau = minggu depan, kuning = dijadwalkan lebih dari dua minggu mendatang, ungu = dijadwalkan lebih dari dua minggu mendatang dan kontraktor yang berbeda

Gambar 3. 5. 4D (Time/Scheduling)

3.4.3. 5D (Estimasi Biaya):

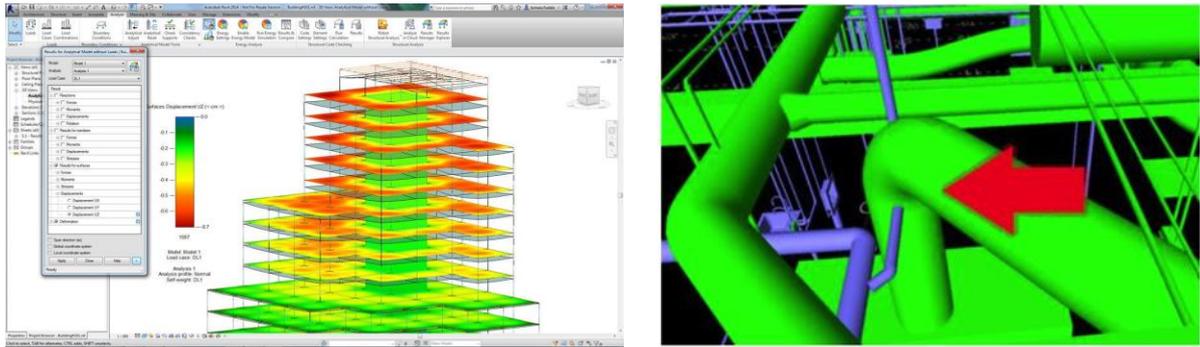
Dengan menambahkan biaya proyek terhadap model, BIM dapat mencetak Quantity Take-Off (QTO) dan biaya estimasi termasuk menyusun hubungan antara kuantitas, biaya dan lokasi.



Gambar 3. 6. 5D (Estimasi Biaya)

3.4.4. 6D (Sustainability, termasuk Collision Detection dan Energy Analysis)

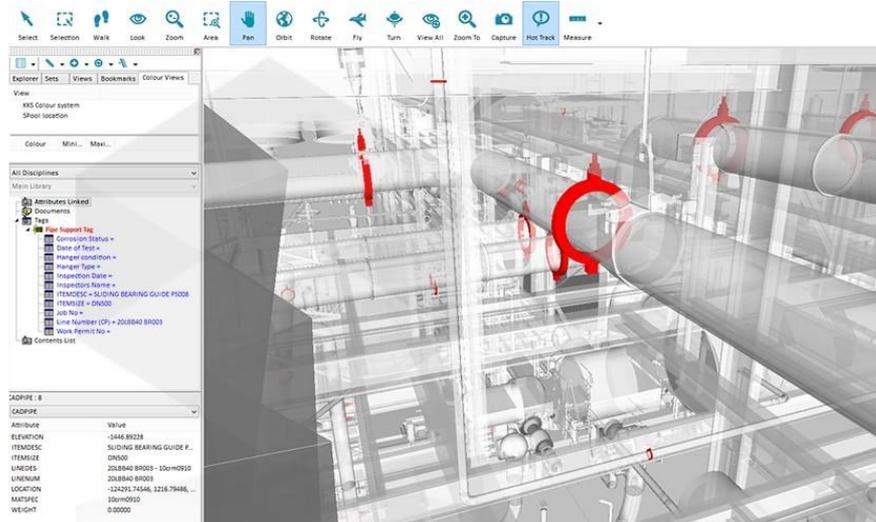
Menguji model untuk menemukan konflik tata ruang. Dalam kasus apapun, pemberitahuan otomatis akan terlihat. Selain itu dengan kemampuan analisis energi, BIM akan memberikan pengguna dengan rinci pemodelan energi akurat.



Gambar 3. 7. Analisis energi (kiri) dan collision detection (kanan)

3.4.5. 7D (Facility Management Application)

Digunakan oleh manajer dalam operasi dan pemeliharaan fasilitas sepanjang siklus hidupnya. Memungkinkan user untuk mengekstrak dan melacak data seperti status komponen, spesifikasi, pemeliharaan / manual operasi, data garansi dan lainnya sehingga penggantian lebih mudah dan lebih cepat. Tersedia pula proses untuk mengelola data supplier subkontraktor / dan komponen fasilitas melalui seluruh siklus hidup fasilitas.



Gambar 3. 8. 6D (Sustainability, termasuk Collision Detection dan Energy Analysis)

3.5. Soal Latihan

1. Sebutkan salah satu definisi BIM!
2. Sebutkan keuntungan penerapan BIM!
3. Jelaskan perbedaan aplikasi BIM dengan aplikasi CAD!

3.6. Rangkuman

Definisi BIM adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi. BIM adalah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen, dimana didalamnya terdapat sistem, pengelolaan, metode atau runutan pengerjaan suatu proyek yang diterapkan berdasarkan informasi terkait dari keseluruhan aspek bangunan yang dikelola.

Keuntungan penerapan BIM adalah Meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi satu sama lainnya (*collaboration management*); Mendeteksi mitigasi/mengurangi risiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menganalisis dampak potensial; Mengoptimalkan resources (biaya, waktu dan SDM); Memproduksi gambar teknis lebih cepat dan akurat; serta Meminimalisir terjadinya *variation order* (VO).

BIM dan CAD (*Computer Aided Design*) berangkat dari pendekatan yang berbeda. Aplikasi CAD meniru proses desain tradisional, dimana desain dan dokumentasi bangunan dibuat dari elemen grafis 2 dimensi seperti garis, hatch dan teks, dll. Semua objek yang digambar hanya memuat informasi vektor (baik 2D atau 3D). Gambar CAD diciptakan secara independen atau tidak ada keterkaitan antara objek-objek yang digambar sehingga perubahan desain perlu ditindaklanjuti dan diterapkan secara manual pada setiap gambar CAD.

Aplikasi BIM meniru proses bangunan sebenarnya, dimana bangunan sebenarnya dimodelkan dari elemen konstruksi nyata seperti dinding, jendela, lempengan dan atap, dan lain-lain. Pada aplikasi BIM, semua objek yang digambar memiliki informasi mulai dari material, dimensi, ketebalan dengan penggambaran langsung pada 3 dimensi. Karena sifatnya yang *bi-directional relationship* maka setiap objek gambar memiliki keterkaitan dengan objek lainnya.

Pemodelan BIM tidak hanya merepresentasikan 2D dan 3D saja, namun selain 3D, keluarannya dapat diperoleh 4D, 5D, 6D dan bahkan sampai 7D. 3D berbasis obyek pemodelan parametric, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu, dan lain-lain, 5D termasuk estimasi biaya dan part-lists, dan 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik, serta 7D untuk fasilitas manajemen.

3.7. Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan cara memilih jawaban yang Benar di antara pilihan jawaban yang ada.

1. Karakteristik BIM sebagaimana yang tercantum dalam buku Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi (Tim BIM PUPR, 2018) adalah sebagai berikut, kecuali:

- a. BIM adalah pendekatan baru yang melibatkan proses perancangan dan pembuatan aset bangunan menggunakan representasi 3D dari atribut fisik dan fungsional.
 - b. BIM adalah proses membuat data set digital yang membentuk model 3D dan informasi yang melekat pada model tersebut dalam sebuah lingkungan kolaborasi yang disebut Common Data Environment (CDE).
 - c. BIM adalah hasil akhir kolaborasi antar tim yang terkait dengan proyek baik yang diluar (eksternal) maupun yang didalam (internal).
 - d. Prinsip BIM adalah bukan sekedar proses singular atau pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata, melainkan proses pembuatan model dan data secara bersamaan dan dikolaborasikan antar para pelaku sejak proses perencanaan, perancangan, fabrikasi, hingga pembangunan dan pemeliharaan
2. Model Dimensi yang dihasilkan dengan kemampuan memvisualisasikan urutan konstruksi, yaitu integrasi fase konstruksi proyek dan urutan ke model tiga dimensi, adalah:
- a. 4D.
 - b. 5D.
 - c. 6D
 - d. 7D.
3. Pada pasca konstruksi sistem teknologi BIM ini memungkinkan user melakukan hal-hal sebagai berikut sehingga penggantian lebih mudah dan lebih cepat:
- a. Mengekstrak dan melacak data seperti status komponen, spesifikasi, pemeliharaan / manual operasi, data garansi.
 - b. Menganalisis kecenderungan kebutuhan elemen-elemen bangunan secara terintegrasi
 - c. Menganalisis data survey awal proyek
 - d. Merencanakan kolaborasi yang terintegrasi dengan tim proyek

3.8. Jawaban Soal Latihan

1. BIM adalah representasi digital dari karakter fisik dan karakter fungsional suatu bangunan (atau obyek BIM). Karena itu, di dalamnya terkandung semua informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan, sejak konsep hingga demolisi.
2. Keuntungan penerapan BIM adalah sebagai berikut:
 - Meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi satu sama lainnya (*collaboration management*);
 - Mendeteksi mitigasi/mengurangi risiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menganalisis dampak potensial;
 - Mengoptimalkan resources (biaya, waktu dan SDM);
 - Memproduksi gambar teknis lebih cepat dan akurat; serta

- Meminimalisir terjadinya *variation order* (VO).
3. Aplikasi CAD meniru proses desain tradisional, dimana desain dan dokumentasi bangunan dibuat dari elemen grafis 2 dimensi seperti garis, hatch dan teks, dll. Semua objek yang digambar hanya memuat informasi vektor (baik 2D atau 3D). Gambar CAD diciptakan secara independen atau tidak ada keterkaitan antara objek-objek yang digambar sehingga perubahan desain perlu ditindaklanjuti dan diterapkan secara manual pada setiap gambar CAD. Sedangkan Aplikasi BIM meniru proses bangunan sebenarnya, dimana bangunan sebenarnya dimodelkan dari elemen konstruksi nyata seperti dinding, jendela, lempengan dan atap, dan lain-lain. Pada aplikasi BIM, semua objek yang digambar memiliki informasi mulai dari material, dimensi, ketebalan dengan penggambaran langsung pada 3 dimensi. Karena sifatnya yang *bi-directional relationship* maka setiap objek gambar memiliki keterkaitan dengan objek lainnya.

BAB 4. ADOPSI BIM DALAM ORGANISASI

4.1. Latar Belakang Pentingnya Adopsi BIM Dalam Organisasi

Dalam rangka peningkatan pertumbuhan ekonomi melalui pengembangan infrastruktur di Indonesia, Pemerintah melakukan upaya percepatan proyek-proyek yang dianggap strategis dan memiliki urgensi tinggi untuk dapat direalisasikan dalam kurun waktu yang singkat. Hal ini didukung oleh adanya Peraturan Presiden No. 3 tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional dan Instruksi Presiden No. 6 tahun 2016 tentang Percepatan Proyek Strategis Nasional yang kemudian diperbaharui ke dalam Perpres Nomor 58 Tahun 2017.

Salah satu langkah percepatan infrastruktur adalah dukungan penerapan *digital technology*, salah satunya adalah Building Information Modeling (BIM), dimana BIM membantu para pelaku industri konstruksi untuk mendesain, mensimulasi, memvisualisasikan dan membangun infrastruktur yang lebih baik. Dari sisi pembinaan usaha, penggunaan BIM akan meningkatkan kinerja organisasi pengguna jasa konstruksi dan penyedia konstruksi.

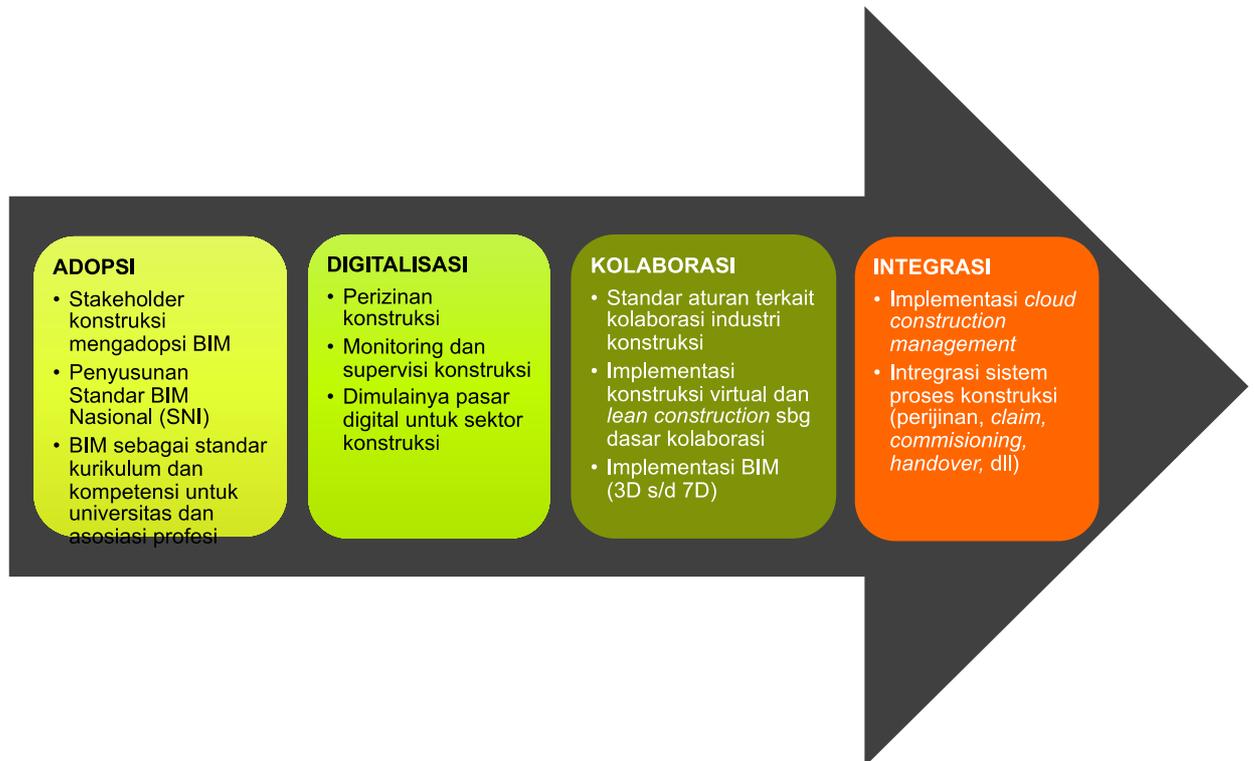
Berdasarkan hal tersebut, Kementerian PUPR telah menyusun roadmap implementasi BIM di lingkungan Kementerian PUPR, yang kemudian pelaksanaan di lingkungan kementerian akan diinisiasi oleh Tim BIM PUPR. Roadmap implementasi BIM dilaksanakan pada periode 2017-2024, terbagi ke dalam beberapa fase, yaitu ***tahap adopsi, digitalisasi, kolaborasi, serta integrasi.***

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pertama, yaitu **tahap adopsi** yang saat ini sedang dilaksanakan, adalah: 1) adopsi BIM oleh berbagai stakeholder yang terlibat dalam industri konstruksi; 2) penyusunan standar BIM menjadi SNI yang merupakan satu-satunya standar yang berlaku secara nasional di Indonesia; serta 3) mewujudkan BIM sebagai standar kurikulum di berbagai universitas serta standar kompetensi untuk asosiasi profesi.

Tahap kedua adalah **digitalisasi**, dimana langkah-langkah terkait adalah: 1) penyusunan perizinan konstruksi yang mengadopsi standar BIM, contohnya seperti pemberian Izin Mendirikan Bangunan (IMB) dan sertifikasi *fire safety*; 2) pelaksanaan monitoring dan supervisi konstruksi, serta 3) dimulainya pasar digital untuk sektor konstruksi.

Tahap selanjutnya adalah **tahap kolaborasi**, dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) penyusunan standarisasi terkait aturan kolaborasi antar pihak-pihak terkait dalam industri konstruksi (arsitek, engineer, quantity surveyor, kontraktor, owner, facility manager, dll) ; 2) implementasi konstruksi virtual dan *lean construction* sebagai dasar kolaborasi; serta 3) implementasi BIM dari 3D sampai 7D (dimana 3D adalah visualisasi, 4D terkait estimasi biaya, 5D terkait penjadwalan, 6D mencakup sustainability; serta 7D mencakup facility management).

Tahap terakhir adalah **tahap integrasi**, melalui: 1) implementasi *cloud construction management*; serta 2) integrasi sistem proses konstruksi termasuk didalamnya menyangkut masalah perizinan, klaim, commissioning, handover, dan lain sebagainya.



Gambar 4.1. Roadmap Implementasi BIM di Lingkungan Kementerian PUPR.

(Sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia, 2018).

Implementasi BIM dalam penyelenggaraan infrastruktur di Indonesia tentunya dapat mendukung peningkatan tingkat daya saing global Indonesia. Berdasarkan laporan World Economic Forum tentang Global Competitiveness Index, tingkat kompetitivitas suatu negara dinilai melalui tiga aspek utama yaitu: pemenuhan kebutuhan dasar, penambah efisiensi dan faktor-faktor inovasi dan kemutakhiran yang terkait erat dengan penerapan teknologi konstruksi. Diharapkan dengan adanya penerapan BIM dalam penyelenggaraan konstruksi di Indonesia sekaligus dapat meningkatkan peringkat indeks daya saing infrastruktur Indonesia dari urutan 52 pada 2017-2018.

4.2. Adopsi BIM Dalam Organisasi

Dalam rangka mendukung percepatan proyek strategis nasional di Indonesia sekaligus meningkatkan daya saing infrastruktur Indonesia melalui penerapan teknologi digital dalam konstruksi, maka Kementerian PUPR menelurkan roadmap dalam pelaksanaan BIM. Adapun tahap awal atau Tahap Adopsi merupakan tonggak yang sangat penting dalam pengimplementasian BIM di organisasi. langkah-langkah

adopsi BIM dalam suatu organisasi, khususnya dalam Kementerian PUPR dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.1. Langkah-langkah Adopsi BIM.

Langkah	Deskripsi
1	Kepemimpinan <ul style="list-style-type: none"> ● Melibatkan <i>senior management</i>, dalam hal ini dapat terdiri dari Pejabat Tinggi Madya dan/atau Pratama ● Pembentukan Komite BIM dengan peran dan tanggung jawab yang jelas
2	Perencanaan <ul style="list-style-type: none"> ● Merumuskan program adopsi BIM ● Mendefinisikan Visi dan Tujuan BIM, topik fokus adopsi BIM, manajemen perubahan (<i>change management</i>), serta kebutuhan <i>hardware</i> dan <i>software</i>
3	Informasi <ul style="list-style-type: none"> ● Mendefinisikan standar BIM ● Mendefinisikan BIM <i>Quality Assurance Check</i> ● Mendefinisikan manajemen informasi BIM
4	Proses <ul style="list-style-type: none"> ● Mendefinisikan proses proyek berbasis BIM
5	SDM dan Kapabilitasnya <ul style="list-style-type: none"> ● Peta kompetensi BIM ● Peta jalan pelatihan BIM ● Peran BIM (Manajer BIM, Koordinator BIM)
6	Keterlibatan Stakeholder <ul style="list-style-type: none"> ● BIM <i>Execution Plan</i> ● Kondisi-kondisi Penerapan BIM
7	Hasil <ul style="list-style-type: none"> ● Mendefinisikan <i>Key Performance Indicator (KPI)</i> BIM

Sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR, 2018.

Adapun tingkat implementasi BIM (*maturity level*) dalam suatu organisasi antara lain adalah (sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR, 2018):

1. Level 0 BIM

Tidak ada kolaborasi dan menggunakan 2D CAD untuk drafting

2. Level 1 BIM

Kombinasi antara desain konseptual 3D model dan gambar 2D CAD, dimana setiap disiplin/pelaku memiliki standar sendiri-sendiri

3. Level 2 BIM

Adanya kolaborasi model/objek namun semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri, dan dipertukarkan dengan protokol dan format yang disetujui seperti IFC, misalnya, atau COBie

4. Level 3 BIM

Kolaborasi penuh, pelaku menggunakan shared object, bersifat OpenBIM.

1) KEPEMIMPINAN

Pada lingkup proyek, usulan organisasi yang bertugas melaksanakan BIM dapat dilihat pada tabel berikut. Dalam konteks owner atau pemilik proyek, representatif BIM untuk owner harus memiliki pemahaman tentang BIM sebagai metode dalam desain, konstruksi, serta operasional. Beberapa posisi dalam struktur organisasi ini yakni:

- Manajer Proyek BIM (Project BIM Manager), terdiri dari 1)Manajer Konstruksi BIM dan 2)Manajer Desain BIM;
- Lead/Koordinator BIM untuk setiap disiplin.

Tabel 4.2. Peran dan Tanggungjawab Tim BIM

Direktur Desain	Arsitek Kepala	Project BIM Manager	BIM Specialist/BIM Coordinator/BIM Lead
<ul style="list-style-type: none"> • Merencanakan program penerapan BIM pada lingkup project • Mengelola kemajuan dari program penerapan BIM • Menyediakan sarana dan prasarana yang diperlukan untuk program ini 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi potensi dan kemungkinan pengembangan BIM dalam proses bisnis dan lingkup kerja • Mengusulkan, menjalankan, dan mengkolaborasikan project berbasis BIM • Mengevaluasi hasil • Memasukkan BIM ke dalam proses bisnis utama 	<ul style="list-style-type: none"> • Set-up dan mengelola standar BIM di project • Mengidentifikasi kebutuhan hardware dan software BIM • Mengembangkan program pelatihan BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Tokoh kunci BIM yang telah memiliki sertifikasi pelatihan BIM • Memberikan mentoring kepada Tim BIM untuk pelaksanaan proyek berbasis BIM • Merekam, mengkonsolidasikan lesson-learned untuk dijadikan bahan pembelajaran • Melakukan eksperimen dan mengevaluasi teknologi dan proses baru berkaitan dengan BIM

Sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR, 2018

2). PERENCANAAN

Salah satu deliverable penting adalah pengembangan program adopsi BIM yang bertujuan untuk mengarahkan dan memandu organisasi dari kondisi eksisting ke kondisi berbasis BIM yang digunakan secara efektif dan inovatif. Hal yang menjadi keluaran aspek perencanaan adalah sebagai berikut:

- Visi BIM
- Tujuan BIM, dimana pada setiap Tujuan dan Sasaran harus ada indikasi bagaimana Achievement diukur dalam suatu rentang waktu tertentu.
- Tema penting, diperlukan agar adopsi BIM dalam suatu organisasi menjadi lebih fokus. Contoh fokus misalnya pembelajaran (learning focus) atau inovasi untuk penciptaan nilai baru
- Manajemen Perubahan/Change Management, membantu organisasi bermigrasi dari kondisi eksisting sekarang ke kondisi di masa datang dengan sedikit “disrupsi” dan “resistensi”. Manajemen perubahan ditetapkan menurut jangka waktu tertentu, misal penciptaan iklim perubahan (3-6 bulan), membangun

momentum perubahan (6-12 bulan); implementasi dan keberlanjutan proyek (12-24 bulan).

- Sumber Daya BIM, mencakup daftar software dan hardware yang diperlukan sesuai fungsinya serta sistem pengelolaan dokumen untuk mengelola aset-aset BIM.

3). INFORMASI

Informasi pada tahap adopsi BIM terkait dengan 1) standar BIM, 2) Quality Assurance BIM, 3) Quality Control BIM, serta 4) Manajemen Informasi BIM.

- **Standar BIM**, merupakan definisi dari “apa” dan “bagaimana” mengembangkan model-model BIM pada setiap tahap proyek untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan. Beberapa Negara memiliki standar sendiri yang bersumber dari BIM National Standard. Standar BIM ini dapat dibuat berbeda pada setiap disiplin ilmu.

1. Pendahuluan	8. Kandungan Isi Model (Model Content)
2. Tujuan Pembuatan Standar	a. Spesifik disiplin ilmu (AR, SI, STR, MEP, QS, Kontraktor)
3. Struktur Organisasi tim BIM, petran dan tanggung jawabnya (BIM Manager, BIM Coordinator, Modeler)	9. QA/QC Model
4. BIM Deliverables	a. Spesifik disiplin
5. Project Server:	b. Koordinasi antar disiplin
a. Struktur folder	c. Antara model, gambar dan skedul
b. Standar penamaan file	10. Pertukaran File (File Exchange)
6. BIM Project Process & Timeline:	a. Format File
a. Satu disiplin	b. Metode Deliveri internal
b. Multi disiplin-kolaborasi internal	c. Metode deliveri eksternal
c. Multi disiplin-kolaborasi eksternal	11. Tambahan (Appendices)
7. Kebutuhan Pemodelan BIM:	a. Istilah/ Glosari BIM yang sering digunakan
a. BIM Authoring Software	b. Referensi BIM
b. Project template	c. Referensi CAD
c. Project Coordinates, Levels & Grid	
d. File Breakdown	
e. Worksheet Breakdown	
f. Object Creation	
g. Good Practices (DO's dan DON'T's)	
h. Getting Started	

Sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR, 2018

Gambar 4.2. Contoh Standar BIM.

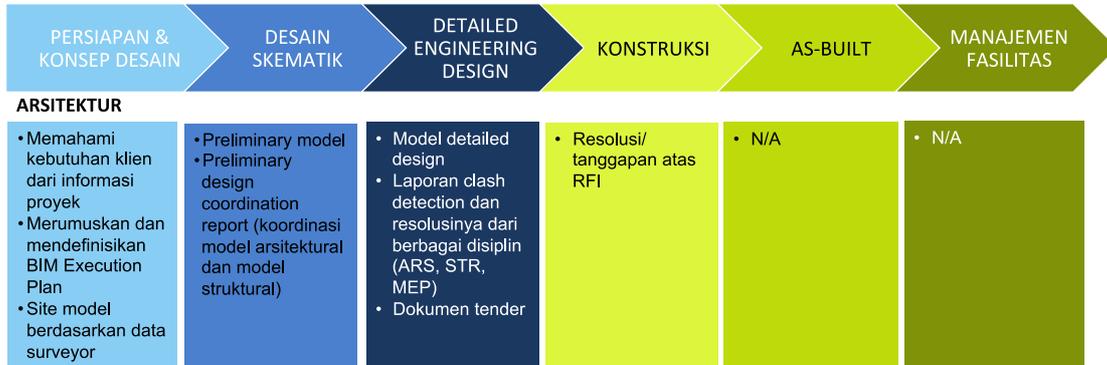
- **Quality Assurance BIM**, berperan sangat penting dalam menjamin keluaran yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Contoh QA untuk BIM diantaranya adalah:
 - Validasi model (cek secara visual)^[15] untuk memastikan model yang

dihasilkan sesuai dengan standar atau spesifikasi yang ditetapkan pada dokumen Standar BIM

- Validasi Dataset untuk memastikan dataset yang dimasukkan pada model sesuai dengan standar dan menggunakan data yang valid^[1]_[5EP]
- Validasi Antar-muka (cek dengan bantuan computer) untuk mendeteksi bentrok (clash detection) pada elemen bangunan menggunakan software deteksi bentrok maupun mendeteksi ruang yang cukup antar komponen bangunan untuk tujuan instalasi dan pemeliharaan
- Validasi Koordinasi Eksternal (Exchange Validation) untuk memastikan model yang dihasilkan atau dipublikasikan sesuai dengan protocol koordinasi eksternal yang telah didefinisikan dalam dokumen Project Execution Plan atau BIM Execution Plan (BEP).
- **Quality Control BIM**, bertujuan untuk memverifikasi semua deliverables yang sesuai dengan standar proyek. Manajer BIM dan Tim harus memverifikasi semua deliverable yang diterima sesuai dengan dokumen BEP dan kontrak (jika ada).Kegiatan quality control diantaranya mencakup:
 - Verifikasi metadata terkait tanggal pemasukan file, jenis file, Nama file, instruksi akses ke database (jika ada), deskripsi isi, skema data, deskripsi standar data
 - Validasi versi software, format dan jenis file, penamaan file
 - Validasi model final
 - Validasi model terkoordinasi berikut laporan clash detection
 - Pengecekan semua model yang diterima
 - Menggunakan Project Data Submission Log untuk mencatat semua model dan informasi yang masuk berikut isu-isu yang muncul.
- **Manajemen informasi BIM**, terkait dengan standar pengelolaan informasi BIM pada proyek yang dikerjakan. Contoh Manajemen Informasi BIM adalah sebagai berikut:
 - BIM Execution Plan (BEP)
 - Dokumen Laporan Kemajuan BIM berdasarkan tahapannya (tahap konsep, tahap skematik/prarancangan, tahap pengembangan desain, tahap submisi TABG, tahap tender/DED, tahap konstruksi, tahap as-built, tahap manajemen fasilitas
 - Rapat-rapat koordinasi BIM termasuk MoM dan follow up
 - Koleksi Library BIM per disiplin
 - Kontraktual mencakup addendum, RFI, dan change order

4) PROSES

Berikut disajikan panduan (outline) mengenai apa saja deliverable yang harus dikeluarkan dalam setiap tahapan pelaksanaan BIM pada setiap proyek. Contoh tahapan dan keluaran menurut disiplin (contoh Arsitektur) adalah sebagai berikut.



Sumber: *Sumber: BIM Essential Guide for Architectural Consultants, BCA Singapore, 2013*

Gambar 4.3. Tahapan dan Keluaran Setiap Disiplin

5) SDM DAN KAPABILITAS

Pengembangan kapasitas (*capacity building*) adalah hal paling penting dalam program adopsi BIM. Hal ini terkait pemetaan kompetensi sumber daya manusianya dan melaksanakan rangkaian training sesuai rencana adopsi dan implementasi BIM.

- Peta Kompetensi

Peta kompetensi (*Competency Map*) adalah cetak biru SDM dalam sebuah organisasi yang memperlihatkan jenis ketrampilan (skill set) yang harus dikembangkan untuk memenuhi target tujuan dan sasaran program adopsi dan implementasi BIM

- Rencana dan Peta Jalan Pelatihan (*Training*)

Suatu organisasi harus memiliki peta jalan dan program pelatihan berkesinambungan yang meliputi perencanaan SDM, jenis pelatihan, waktu dan penyedia layanan. Program pelatihan dapat disesuaikan menurut jenis personil (senior management, principal, arsitek, project manager, engineer, drafter) dan model pelatihan BIM seperti apa yang dibutuhkan (BIM Awareness, BIM Management, BIM Modelling, BIM Analysis).

Jenis proses pembelajaran BIM dapat berupa:

- Kursus dan pelatihan formal BIM dengan target keterampilan (skill) yang diinginkan.
- Mentoring dimana staf yang sudah dilatih sebelumnya, membimbing staf yang lain.
- Forum dimana isu-isu teknis dan lessons learned disampaikan dan dibagi diantara rekan.
- Dokumentasi berupa manual dan kumpulan good practices.

6). BIM EXECUTION PLAN

BIM Execution Plan (BEP) adalah dokumen pegangan yang disetujui oleh pemilik proyek untuk memandu Tim Proyek mencapai tujuan dan sasaran, termasuk deliverable BIM dalam rentang waktu pelaksanaan proyek. Secara khusus dokumen ini menetapkan peran dan tanggung jawab anggota proyek dalam penggunaan BIM pada setiap tahapan proyek yang berisi hal-hal teknis dan detail terkait deliverable dan prosesnya, yang mana terkait dengan proses pembuatan, koordinasi, distribusi informasi.

Dalam dokumen BEP, umumnya berisi hal-hal berikut:

- Informasi Proyek
- Anggota Pelaksana Proyek
- Tujuan Proyek dan Penggunaan BIM di Setiap Tahapan Proyek
- Deliverable BIM di Setiap Tahapan Proyek
- Pembuat Model (Model Author) dan Pengguna Model (User) untuk Setiap Deliverable BIM
- Elemen-elemen Model, Tingkat Kelengkapan Informasi (Level of Development/LOD) dan atribut untuk setiap Deliverable BIM
- Proses pembuatan model BIM, pemeliharaan dan kolaborasinya
- Protokol atau prosedur distribusi informasi, format submisi
- Sarana dan prasarana, software yang digunakan.

BEP pada umumnya dibuat pada awal pelaksanaan proyek dan dapat diperbaharui (update) untuk mengakomodasi anggota baru atau jenis penggunaan BIM baru dalam suatu proyek. Semua pembaruan harus mendapat persetujuan dari pemilik proyek dan BIM Manager.

7). HASIL

Hasil dari program adopsi BIM harus dapat dimonitor secara reguler sehingga aksi korektif dapat dilakukan untuk mengarahkan program agar sesuai dengan rencana dan tujuan semula. Daftar jenis Key Performance Indicators (KPI) yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Tingkat Proyek
 - % proyek yang dilaksanakan menggunakan BIM
 - % pihak-pihak luar yang terlibat
 - Tahapan proyek yang menggunakan BIM (konsep, skematik, DED, As-Built, dst)
 - Jumlah layanan tambahan yang ditawarkan
 - Tingkat akurasi dari deliverable BIM (tingkat error) o % waktu tunda (delay) dan penambahan biaya
- Tingkat Organisasi
 - Kepemimpinan, perencanaan dan hasil
 - Proses dan informasi
 - SDM dan kapabilitas
 - Keterlibatan stakeholder dan customer
 - Cara baru atau metode baru dalam pelaksanaan pekerjaan

- Tingkat Kapabilitas Karyawan
 - % karyawan yang ditraining BIM
 - % karyawan yang bersertifikat BIM
 - Tingkat ketrampilan BIM (BEP planning, authoring, analysis, collaboration, dst)
 - % jenis keterampilan BIM yang diaplikasikan dalam proyek
 - % karyawan yang detraining sebagai: manajer BIM, coordinator BIM, pemodel BIM

Lampiran A-Template Program Adopsi BIM

Bagian 1: Overview

BAGIAN 2: KEPEMIMPINAN

Komite BIM bertugas untuk membantu pimpinan mendefinisikan dan mengeksekusi program adopsi BIM. Komite BIM harus terdiri dari perwakilan semua unsur dan semua tingkat dari organisasi.

2.1. KOMITE BIM

NAMA	JABATAN	PERAN DAN TANGGUNG JAWAB

BAGIAN 5: PROSES

Bagian ini mendefinisikan jenis deliverable BIM pada setiap tahapan proyek.

5.1 Proses BIM untuk Proyek

TAHAP	USULAN DELIVERABLE

Sumber: Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR, 2018

Gambar 4.4. Contoh Lampiran Template Program Adopsi BIM.

4.3. Soal Latihan

1. Bagaimana melaksanakan tahap integrasi pada *roadmap* BIM Kementerian PUPR?
2. Jelaskan peran dan tanggung jawab tim BIM dalam tahap kepemimpinan!
3. Apa yang dimaksud dengan BIM Execution Plan (BEP)?

4.4. Rangkuman

Keberadaan BIM mengubah proses konstruksi tradisional, dimana sering terjadi konflik dan kesalahpahaman antar stakeholder terkait karena alur informasi yang kurang jelas dan tidak tercatat dengan baik. Hal ini dapat menghasilkan pengerjaan ulang yang mengakibatkan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan karena masalah pelaksanaan baru diketahui setelah proyek berjalan. Secara otomatis biaya membengkak akibat keterlambatan waktu pengerjaan. Demikian pula dengan penggunaan software konvensional yang beragam untuk satu proyek berpotensi untuk menghasilkan ketidakakuratan dalam perhitungan material maupun pekerjaan yang secara sistematis akan mengakibatkan kurang baiknya mutu pekerjaan.

4.5. Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan cara memilih jawaban yang Benar di antara pilihan jawaban yang ada.

1. Salah satu langkah percepatan infrastruktur adalah dukungan penerapan digital technology, salah satunya adalah Building Information Modeling (BIM) karena alasan berikut, kecuali:
 - a. BIM membantu para pelaku industri konstruksi untuk mendesain menaikkan standar perusahaan dan bisnis;
 - b. BIM membantu para pelaku industri konstruksi mensimulasi, memvisualisasikan dan membangun infrastruktur yang lebih baik Berinvestasi secara bijaksana dengan mengontrol pengeluaran bisnis;
 - c. Akan meningkatkan kinerja organisasi pengguna jasa konstruksi dan penyedia konstruksi
 - d. Akan meningkatkan jangkauan perluasan bisnis perusahaan penyedia jasa
2. Pada tahap kolaborasi, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut, kecuali:
 - a. penyusunan standarisasi terkait aturan kolaborasi antar pihak-pihak terkait dalam industri konstruksi;
 - b. penyusunan dokumen kerangka acuan kerja terkait proyek yang akan ditangani
 - c. implementasi konstruksi virtual dan *lean construction* sebagai dasar kolaborasi; serta
 - d. implementasi BIM dari 3D sampai 7D

3. Langkah-langkah Adopsi BIM berdasarkan *roadmap* BIM Kementerian PUPR adalah sebagai berikut, kecuali:
 - a. Perencanaan
 - b. Informasi
 - c. Proses
 - d. Pelaksanaan

4.6. Jawaban Soal Latihan

1. Tahap integrasi dilaksanakan, melalui:
 - a. implementasi *cloud construction management*; serta
 - b. integrasi sistem proses konstruksi termasuk didalamnya menyangkut masalah perizinan, klaim, *commisioning*, *handover*, dan lain sebagainya.

2. Peran dan tanggung jawan tim BIM dalam tahap perencanaan adalah sebagai berikut:

Nama dan Posisi	Peran
Direktur Desain (<i>Design Chief</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merencanakan program penerapan BIM pada lingkup <i>project</i> ▪ Mengelola kemajuan dari program penerapan BIM ▪ Menyediakan sarana dan prasarana yang diperlukan untuk program ini
Arsitek Kepala (Principal Architect)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengidentifikasi potensi dan kemungkinan pengembangan BIM dalam proses bisnis dan lingkup kerja ▪ Mengusulkan, menjalankan, dan mengkolaborasikan <i>project</i> berbasis BIM ▪ Mengevaluasi hasil
<i>Project BIM Manager</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memasukkan BIM ke dalam proses bisnis utama ▪ Set-up dan mengelola standar BIM di <i>project</i> ▪ Mengidentifikasi kebutuhan <i>hardware</i> dan <i>software</i> BIM
<i>BIM Specialist/ BIM Coordinator/ BIM Lead</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengembangkan program pelatihan BIM ▪ Tokoh kunci BIM yang telah memiliki sertifikasi pelatihan BIM ▪ Memberikan <i>mentoring</i> kepada Tim BIM untuk pelaksanaan proyek berbasis BIM ▪ Merekam, mengkonsolidasikan <i>lesson-learned</i> untuk dijadikan bahan pembelajaran ▪ Melakukan eksperimen dan mengevaluasi teknologi dan proses baru berkaitan dengan BIM

3. BIM Execution Plan (BEP) adalah dokumen pegangan yang disetujui oleh pemilik proyek untuk memandu Tim Proyek mencapai tujuan dan sasaran, termasuk deliverable BIM dalam rentang waktu pelaksanaan proyek.

BAB 5. IMPLEMENTASI BIM

Saat ini BIM sudah berkembang di negara-negara maju, terutama di Amerika Serikat. Diinisiasi mulai tahun 2003, penggunaan BIM di Amerika Serikat berkembang dengan pesat, dimana pada tahun 2009, 50% industri di Amerika Serikat sudah mengaplikasikan BIM. Hal tersebut meningkat sebanyak 75% dari tahun 2007. 42 persen pengguna BIM di Amerika Serikat berada di *level expert* dan *advanced*, yang jumlahnya berkembang sebanyak 3 kali lipat dari tahun 2007.

Di luar Amerika Serikat, negara-negara Skandinavia (Finlandia, Norwegia, Denmark) dianggap paling aktif dalam implementasi BIM baik di sektor publik dan swasta, sedangkan Singapura adalah satu dari sedikit negara di Asia yang telah menerapkan BIM di sektor publik.

Di Indonesia, BIM mulai diterapkan oleh beberapa aktor sektor industri konstruksi di Indonesia seperti PT. Pembangunan Perumahan (BUMN) dan PT. Total Bangun Persada; sektor pengembang/*developer* seperti PT. Intiland; maupun konsultan perancangan seperti PT. PDW Architects.

5.1. Implementasi BIM Di Negara Lain

BIM di Singapura

Di Singapura, Construction and Real Estate Network (CORENET) adalah organisasi utama yang terlibat dalam pengembangan dan implementasi BIM untuk proyek pemerintah. CORENET menyediakan layanan informasi yang mencakup e-Information System seperti eNPQS dan e-Catalog kepada kliennya. Terdapat pula penawaran sistem penyerahan terintegrasi dalam bentuk e-Submission dan Integrated Plan Checking System. Standar IT diadopsi di Industri Konstruksi Singapura yang telah diikuti dari pedoman Aliansi Internasional untuk Interoperabilitas.

Singapura sejak 1997 telah mempromosikan dan kemudian mewajibkan penggunaan BIM untuk berbagai jenis perijinan seperti persetujuan rencana pembangunan dan sertifikasi keselamatan kebakaran (Khemlani, 2005).

Pemakaian BIM dalam proyek konstruksi didukung oleh adanya berbagai panduan yang dibuat oleh Building Construction Authority (BCA) Singapura. Panduan proyek BIM terbagi ke dalam panduan umum (Singapore BIM Guide) dan seri panduan untuk masing-masing disiplin (BIM Essential Guide) yang mudah dibaca serta ditargetkan bagi pengguna baru BIM. Berbagai panduan ini umumnya diluncurkan pada tahun 2012 yang diperbaharui pada tahun 2013.

Sebagai contoh, Singapore BIM Guide atau Panduan BIM Singapura merupakan arahan yang menggarisbawahi peran dan tanggungjawab anggota proyek ketika menggunakan BIM pada berbagai tahapan proyek. Tujuannya adalah untuk mengarahkan keluaran atau hasil kerja, proses, serta para personil atau orang-orang yang terlibat dalam implementasi BIM dalam sebuah penyelenggaraan proyek konstruksi.

Panduan ini juga digunakan sebagai arahan bagi pengembangan BIM Execution Plan (BEP) yang merupakan kesepakatan antara Pemberi Kerja dengan anggota proyek untuk mewujudkan keberhasilan implementasi suatu proyek BIM.

Panduan BIM Singapura secara umum terdiri dari spesifikasi BIM serta prosedur BIM Modelling dan Kolaborasi.

Tabel 5. 1. Materi Panduan BIM Singapura.

PANDUAN BIM SINGAPURA	1. BIM DELIVERABLES (' <i>what</i> ') <ul style="list-style-type: none"> - Elemen BIM - Atribut Elemen BIM - BIM Objective & Responsibility Matrix - Kompensasi - Layanan Nilai Tambah
	2. BIM PROCESS: MODELLING & KOLABORASI (' <i>how</i> ') <ul style="list-style-type: none"> - Pemodelan pada Masing-Masing Disiplin Individual - Koordinasi Model Lintas Disiplin - Produksi Model dan Dokumentasi - Keamanan Data - Quality Assurance dan Quality Control - Workflow Proyek Design-Built - Workflow Proyek Design-Bid-Built
	3. BIM PROFESSIONAL (' <i>who</i> ')

Sumber: Singapore BIM Guide Version 2.0

Panduan Lainnya dari Building Construction Authority (BCA) Singapura adalah:

- BIM Essential Guide for Adoption in Organization
- BIM Essential Guide for C & S Consultants
- BIM Essential Guide for Execution Plan
- BIM Essential Guide for MEP Consultants
- BIM Essential Guide for Architectural Consultants
- BIM Essential Guide for Contractors
- BIM Essential Guide for Collaborative Virtual Design and Construction
- BIM Essential Guide for Building Performance Analysis
- BIM for DfMA (Design for Manufacturing and Assembly) Essential Guide
- BIM Essential Guide for Land Surveyors

BIM di Inggris dan Amerika Serikat

Seruan penggunaan BIM oleh Pemerintah Inggris bagi proyek konstruksi pemerintah sejak tahun 2011 menghasilkan adanya variasi peningkatan penggunaan BIM di Inggris dari tahun ke tahun. Keterlibatan para owner dalam dua tahun terakhir bahkan mencapai 75%. Sekitar 67% owner di Inggris bahkan melaporkan pengaruh yang besar dari mandat BIM tersebut, sedangkan di AS hanya sekitar 12% owner yang mendapatkan pengaruh

besar dari kebijakan BIM di negaranya. Seluruh owner yang menggunakan BIM (100%) di Inggris bahkan sudah menggunakan BIM pada tahap preliminary schematic design, dibandingkan dengan 28% di AS. Hasil penelitian selanjutnya menggambarkan perbedaan penggunaan BIM di Inggris dan AS yang diperlihatkan pada tabel berikut.

	US Owners	UK Owners
Visualisasi BIM menghasilkan pemahaman yang lebih baik terhadap desain yang diajukan	66%	98%
Meminimalisir masalah dalam tahap konstruksi terkait kesalahan desain dan konstruksi serta koordinasi	53%	85%
Analisis BIM dan kapabilitas simulasinya menghasilkan desain yang lebih masuk akal	50%	92%
Penggunaan BIM menghasilkan dampak yang menguntungkan bagi penjadwalan proyek	49%	85%
Penggunaan BIM menghasilkan dampak yang menguntungkan dalam pengawasan biaya konstruksi	44%	72%

Sumber: *The Business Value of BIM for Owners, Smart Market Report, McGraw-Hill Construction, 2014*

Tabel 5. 2. Perbedaan Penggunaan BIM di Inggris dan Amerika Serikat

BIM di Finlandia

Dalam sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2007, penggunaan aplikasi BIM di Finlandia diperkirakan mencapai 33% (Kiviniemi, 2007). Dalam survei yang sama, sebanyak 93% perusahaan arsitek menggunakan BIM untuk beberapa bagian dalam proyek mereka sedangkan penggunaan insinyur hampir sebesar 60%.

Di Finlandia, panduan BIM mencakup prinsip umum pemodelan produk dalam proyek konstruksi, pemodelan produk dalam desain arsitektural, pemodelan produk dalam perancangan struktur dan pemodelan produk dalam perancangan layanan bangunan (Senate Properties, 2009). Panduan ini menjelaskan pemodelan produk secara rinci, namun pedoman ini tidak menjelaskan secara rinci spesifikasi pertukaran data yang merupakan langkah selanjutnya untuk pengembangan lebih lanjut dalam panduan ini.

Organisasi riset dan universitas di Finlandia menjalankan beberapa program yang melibatkan implementasi BIM. Sebagai contoh, Helsinki University of Technology dan VTT's Engineering and Construction Project Information Platform (ECPIP) mengintegrasikan BIM ke dalam manajemen konstruksi dan bangunan (Leicht et al 2007). VTT dan Tampere University of Technology's Virtual Building Environments (VBE) serta

proyek Universitas Tampere Technology menyelidiki proses industri dengan dukungan Open Virtual Building Environment yang menggabungkan BIM berbasis IFC (VTT, 2007).

Adapun IFC atau *Industry Foundation Classes* sendiri merupakan standar global yang digunakan untuk mendeskripsikan, berbagi dan bertukar informasi terkait manajemen konstruksi dan fasilitas. Dengan menggunakan IFC, para profesional dapat menggunakan aplikasi software yang beragam, yang disokong oleh sekitar 150 aplikasi sehingga mempermudah pengoperasian antar program dan kolaborasi. IFC didukung oleh IFC webserver, yang dapat menyimpan dan memperlihatkan informasi BIM secara online. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan dan berbagi informasi dari model BIM dengan format standar (IFC, HTML, XML, CSV, JSON) dan mengecek kualitas model BIM (Level of Details, Level of Development).

VTT juga menerapkan BIM untuk evaluasi dampak lingkungan dari lingkungan binaan atau keberlanjutan lingkungan binaan pada umumnya. Ini akan memungkinkan untuk menggunakan informasi yang dihasilkan dalam tahap desain yang akan digunakan selama fase operasi bangunan. Peneliti dari VTT menggunakan Building Information Models dan teknologi integrasi layanan web untuk memungkinkan pembagian informasi secara real-time untuk mengatasi masalah transparansi informasi dalam rantai pasokan konstruksi (*Permala et al 2008*). BIM dan aplikasi layanan web digunakan sebagai sumber informasi untuk rantai pasokan konstruksi. Produk akhir yang dikembangkan adalah prototipe dan tes skala kecil untuk layanan web, yang disebut CS Collaborator. Program CS Collaborator adalah salah satu usaha pertama untuk membangun layanan web berbasis BIM untuk industri konstruksi.

Penelitian dan pengembangan terkait BIM juga sudah gencar dilakukan oleh sektor swasta. Sebagai contoh, Skanska Oy telah menyelidiki integrasi BIM ke dalam proses pembangunan industri dan mengadopsi pemodelan 3D dalam praktik (*Kiviniemi, 2009*).

Teknologi BIM termasuk standar IFC digunakan untuk mengintegrasikan standar bangunan berbasis kinerja dan proses bisnis sehingga membantu meningkatkan inovasi dan pembangunan berkelanjutan (*Huovila, 2008*). Potensi penciptaan nilai selama seluruh kehidupan bangunan dengan penggunaan BIM telah diidentifikasi di sejumlah area termasuk kebutuhan pelanggan dan pengguna akhir, keberlanjutan dalam proses pembangunan dan fase siklus hidup, pengambilan keputusan, rekayasa ulang proses bangunan, dan lain-lain.

BIM di Norwegia

Di Norwegia, Direktorat Konstruksi Publik dan Property (*Statsbygg*) telah mempromosikan penggunaan BIM dalam beberapa tahun terakhir. Demikian juga dengan Asosiasi Homebuilder Norwegia telah mendorong industri konstruksi untuk mengadopsi BIM dan IFC. Sejumlah kontraktor Norwegia telah menghabiskan dan menerapkan sistem BIM untuk mengintegrasikan dukungan TIK untuk produksi apartemen dan rumah mereka.

Pedoman BIM Norwegia disebut manual BIM. Panduan ini didasarkan pada pengalaman dari proyek HIBO Statsbygg. Statsbygg telah menghasilkan versi panduan Alpha versi 0.9 sampai sekarang. Manual BIM dibatasi pada manual CAD NS8353 Norwegia, dan disiapkan dalam koordinasi dengan standar NBIMS di Amerika Serikat. Pada tahun 2007,

5 proyek telah menggunakan BIM. Pada tahun 2010, semua proyek diharapkan akan menggunakan BIM berbasis IFC / IFD.

Norwegia adalah beberapa negara pertama yang mengembangkan standar IFD (International Framework for Dictionaries/IFD) dalam konstruksi bangunan (yaitu ISO 12006-3) yang merupakan inisiatif untuk aplikasi global. Sekitar 22% perusahaan AEC / FM di Norwegia telah menggunakan atau menerapkan BIM atau IFC.

BIM di Denmark

Penggunaan BIM secara keseluruhan di Denmark sangat menjanjikan. Menurut sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2006 (dikutip dalam Kiviniemi et al., 2008), aplikasi BIM yang paling umum digunakan di kalangan arsitek adalah Arsitektur Desktop dimana sekitar 35% perusahaan menggunakannya. Kemudian diikuti Archicad, Revit dan Bentley Architecture. Survei tersebut juga menunjukkan bahwa sekitar 50% arsitek, 29% klien dan 40% insinyur di Denmark menggunakan BIM untuk beberapa bagian proyek mereka di tahun 2006.

Setidaknya ada tiga pemilik publik yang telah memprakarsai kerja BIM, termasuk The Palaces and Properties Agency, The Danish University and Property Agency dan Defense Construction Service. Denmark telah secara aktif mengajukan persyaratan untuk menggunakan BIM dalam proyek pemerintah, dikenal sebagai Byggherrekravene (Det Digitale Byggeri, 2007). Arsitek, perancang dan kontraktor yang berpartisipasi dalam proyek konstruksi pemerintah harus menggunakan sejumlah rutinitas, metode dan alat digital baru mulai dari Januari 2007.

Penggunaan model 3D dalam berbagai proyek juga dikaitkan dengan harga proyek. Jika nilai proyek di atas 5,5 juta Euro, maka desain 3D harus memenuhi sejumlah persyaratan mengenai konten dan tingkat informasi untuk berbagai tahapan pembangunan. Modelnya disarankan menggunakan format IFC.

Rambøll dan Danish Enterprise and Construction Authority serta berbagai universitas juga terlibat dalam penelitian BIM di Denmark. Misalnya, Universitas Aalborg memfokuskan diri pada penelitian server model IFC dan Model 3D. Aarhus School of Architecture berfokus pada konfigurasi produk, desain dan server model IFC sedangkan Technical University of Denmark terkait dengan interoperabilitas (kapabilitas dari suatu produk atau sistem untuk berinteraksi dan berfungsi dengan produk atau sistem lain).

Tabel 5. 3. Implementasi BIM di Sektor Publik di Negara Skandinavia

Negara	Finlandia	Denmark	Norwegia
Organisasi	Senat Properti	5. Badan Istana dan Properti 6. Universitas Denmark 7. Jasa Konstruksi Pertahanan	Statsbygg
Proyek	Proyek percontohan	Melaksanakan BIM dan IFC dalam pekerjaan umum	proyek percontohan
Kebijakan adopsi BIM	Mengadopsi BIM di semua	Sejak Januari 2007, para arsitek, perancang dan kontraktor mengikuti format yang ditetapkan	BIM digunakan untuk seluruh siklus hidup

	proyek mulai 1 Oktober 2007	oleh "Det Digitale Byggeri" (konstruksi digital).	bangunan. Implementasi lengkap pada tahun 2010
Kebijakan pertukaran informasi	IFC	IFC	

Tidak dipungkiri, keterlibatan sektor swasta sangat besar dalam mendukung BIM. Sejumlah lembaga non-pemerintah terlibat dalam penyebaran BIM yang mencakup pengembang perangkat lunak, organisasi penelitian dan pengembangan, lembaga pendidikan serta perusahaan real estat dan konstruksi.

Tabel 5. 4. Implementasi BIM di Sektor Swasta Negara Skandinavia

Negara	Finlandia	Denmark	Norwegia
Organisasi	Skanska Oy	Bips Rambøll	Selvaag–Bluethink
Proyek dan fungsi utama	Proyek percontohan	Melaksanakan BIM dan IFC dalam pekerjaan umum	Proyek percontohan
Kebijakan adopsi BIM	Integrasi Model Informasi Bangunan Khusus Proyek ke dalam Proses Bangunan Industri	Pedoman BIM Rambyg - kolaborasi IFC	Solusi TIK berbasis BIM

5.2. Implementasi BIM Di Indonesia

Walaupun BIM sudah dikenal sejak tahun 80-an, namun kehadiran BIM di dunia konstruksi Indonesia pada umumnya baru mulai marak diimplementasikan dalam beberapa tahun terakhir.

Pada saat ini, Pemerintah melalui Kementerian PUPR sudah menelurkan roadmap dalam pelaksanaan BIM dalam 20 tahun, dimana 5 tahun pertama dititikberatkan pada tahap adopsi. Salah satu sasaran tahap adopsi adalah menghasilkan standar BIM sebagai SNI yang berlaku secara nasional, sehingga para pelaku jasa konstruksi dapat mengaplikasikannya sesuai dengan NSPK yang berlaku di Indonesia. Adapun standar dan pedoman BIM yang dipakai selama ini oleh para pelaku jasa konstruksi diantaranya diadopsi dari Singapura atau Amerika Serikat.

Selain sebagai regulator, Pemerintah juga mempunyai tugas sebagai fasilitator sehingga penting untuk melakukan pembinaan dan pemberdayaan misalnya berupa pelatihan dan

seminar terkait kolaborasi BIM terhadap vendor-vendor rekanan PUPR. Dalam lingkup pengawasan dan pelaksanaan juga diperlukan implementasi pelaksanaan BIM di lingkungan K/L sehingga SDM terkait mampu memonitor dan mengevaluasi proyek-proyek BIM.

Implementasi BIM di lingkungan K/L juga akan meningkatkan efisiensi dan transparansi biaya. Sebagai contoh, dengan pemakaian BIM akan terlihat volume proyek (additional volume dan cost) secara gamlang sehingga akan meminimalisir kecurangan seperti mark up proyek. Dengan demikian, BIM akan memudahkan audit proyek. Sebagai perbandingan, di Singapura BIM sudah wajib dipakai sejak tahap tender/lelang.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Kebijakan dan Penerapan Teknologi PUPR sebagai 'dirigen' dalam penerapan BIM di lingkungan PUPR saat ini selain berkontribusi besar dalam pengembangan penyusunan panduan BIM juga melakukan pelatihan bagi ASN PUPR dengan instruktur dari PT PP, Institut BIM Indonesia, dan Trimble Tekla Indonesia. Jenis training antara lain adalah:

- basic (kurikulum dan modul berisi *knowledge and know-how* tentang pengoperasian software dan pemahaman hasil analisa output BIM)
- design engineering (pemahaman workflow setting up software sampai keluar desain yang dapat mendeteksi clash)
- konstruksi (pemahaman workflow dari fabrikasi hingga konstruksi selesai, menghitung estimasi *takeoffs*, pengoperasian software BIM untuk membuat model BIM)

Untuk mendukung penerapan BIM dalam proyek konstruksi, maka telah dilakukan pilot project di Morotai khususnya di tahap detailing design (mencakup infrastruktur jalan, pengaman pantai, dan toilet wisata).

Dari sudut pelaku jasa usaha konstruksi, umumnya, implementasi BIM masih dalam tahap awal, yaitu pembuatan model 3D dengan bantuan komputer semata. Dengan mengacu pada tingkat implementasi BIM dalam suatu organisasi (sumber Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Tim BIM PUPR 2018), maka implementasi BIM oleh berbagai pengusaha jasa konstruksi di Indonesia pada umumnya dapat dikatakan berada pada Level 0 BIM (tidak ada kolaborasi dan menggunakan 2D CAD untuk drafting); dan Level 1 BIM (kombinasi antara desain konseptual 3D model dan gambar 2D CAD). Hanya sedikit pelaku usaha jasa konstruksi yang mempunyai *maturity level* pada Level 2 BIM (adanya kolaborasi model/objek namun semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri), terlebih pada Level 3 BIM (sudah mengimplementasikan BIM baik dalam proses pembuatan model dan data secara bersamaan serta dikolaborasikan antar para pelaku dari perencanaan hingga pembangunan dan pemeliharaan).

Sebagai pionir atau pelopor penggunaan metode BIM di Indonesia, PT Pembangunan Perumahan (PT PP) sudah menerapkan BIM dalam pelaksanaan konstruksi sejak tahun 2015. Pada saat ini (tahun 2018), seluruh divisi sudah mengimplementasikan BIM sehingga aspek teknologi, proses, dan kebijakan yang dijalankan secara kolaboratif dan terintegrasi dalam model digital. Untuk menunjang adopsi dan kolaborasi BIM dalam organisasi, maka dibentuk BIM coordinator yang membawahi divisi engineer dan level project. Contoh proyek percontohan yang dikerjakan PP menggunakan metode BIM antara lain Menara BNI Pejompongan, Apartemen Springwood Serpong, Apartemen Pertamina RU V Balikpapan, dan Kantor Perwakilan Bank Indonesia Gorontalo. Untuk

proyek infrastruktur, BIM digunakan untuk pengembangan Pelabuhan Sibolga dan Tol Pandaan-Malang.

Metode yang dipakai saat ini dalam proyek konstruksi adalah metode *Design and Built* yang saat ini sudah didukung oleh Permen 12/PRT/M/2017 tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi Rancang Dan Bangun (*Design And Build*). Dengan demikian, selain membangun, kontraktor juga sekaligus mengerjakan desainnya.

Penerapan BIM memberikan efisiensi biaya yang signifikan dari sisi biaya dan waktu pelaksanaan proyek, yang disumbangkan oleh berkurangnya rework (pengerjaan ulang/bongkar-pasang). Hal ini ditunjang karena ada model *clash detection* dalam software BIM. Selain itu PT PP mengembangkan teknologi BIM untuk berkolaborasi dengan teknologi 3D printing, serta memadukan ERP sebagai platform dasar dengan BIM.

Secara keseluruhan, tantangan implementasi BIM di Indonesia terkait attitude people yaitu dalam aspek kolaborasi, dimana pelaku jasa usaha biasanya susah berbagi informasi. Padahal keterbukaan informasi adalah sebuah *added value* dan merupakan *competitive advantage* dalam sebuah organisasi.

Selain itu, hingga kini software BIM masih mahal sehingga jenis proyek yang lebih efisien dan efektif untuk memakai BIM adalah proyek *design and built* yang saat ini banyak dipakai dalam proyek-proyek percepatan nasional.

Pengembangan BIM di Indonesia didukung pula oleh Institut BIM Indonesia yang merupakan inisiatif dari para penggiat, praktisi dan akademisi di ranah BIM di Indonesia. Institut BIM Indonesia atau iBIMi sendiri merupakan wadah untuk mendorong adaptasi penggunaan BIM di Indonesia melalui advokasi penyusunan panduan, protokol dan petunjuk teknis BIM bagi seluruh stakeholder sekaligus advokasi di ranah akademis untuk membentuk sumber daya manusia yang siap mengadaptasi metode BIM di industri AEC (sumber: institutbim.id).

Khusus bagi dunia akademisi, saat ini telah dibentuk beberapa *center of excellence* BIM di berbagai universitas di Indonesia, misalnya UII dan ITB. Salah satu fungsinya adalah mencetak ahli di bidang teknologi digital konstruksi melalui penerapan kurikulum akademik berbasis teknologi BIM maupun pengadaan pelatihan dan seminar/workshop yang didukung oleh keberadaan lab komputer beserta kelengkapan software dan hardwarenya.

5.3. Soal Latihan

1. Mengapa para profesional di Finlandia didorong untuk menggunakan IFC (*Industry Foundation Classes*) yang merupakan standar global yang digunakan untuk mendeskripsikan, berbagi dan bertukar informasi terkait manajemen konstruksi dan fasilitas?
2. Negara manakah yang pertama kali mengembangkan standar IFD (*International Framework for Dictionaries/IFD*) dalam konstruksi bangunan (ISO 12006-3) yang merupakan inisiatif untuk aplikasi global?
3. Mengapa penerapan BIM memberikan efisiensi biaya yang signifikan dari sisi biaya dan waktu pelaksanaan proyek?

5.4. Rangkuman

Singapura sejak 1997 telah mempromosikan dan kemudian mewajibkan penggunaan BIM untuk berbagai jenis perijinan seperti persetujuan rencana pembangunan dan sertifikasi keselamatan kebakaran (*Khemplani, 2005*). Pemakaian BIM dalam proyek konstruksi didukung oleh adanya berbagai panduan yang dibuat oleh Building Construction Authority (BCA) Singapura. Panduan proyek BIM terbagi ke dalam panduan umum (*Singapore BIM Guide*) dan seri panduan untuk masing-masing disiplin (*BIM Essential Guide*) yang mudah dibaca serta ditargetkan bagi pengguna baru BIM. Berbagai panduan ini umumnya diluncurkan pada tahun 2012 yang diperbaharui pada tahun 2013.

Seruan penggunaan BIM oleh Pemerintah Inggris bagi proyek konstruksi pemerintah sejak tahun 2011 menghasilkan adanya variasi peningkatan penggunaan BIM di Inggris dari tahun ke tahun. Keterlibatan para owner dalam dua tahun terakhir bahkan mencapai 75%. Sekitar 67% owner di Inggris bahkan melaporkan pengaruh yang besar dari mandat BIM tersebut, sedangkan di AS hanya sekitar 12% owner yang mendapatkan pengaruh besar dari kebijakan BIM di negaranya. Seluruh owner yang menggunakan BIM (100%) di Inggris bahkan sudah menggunakan BIM pada tahap preliminary schematic design, dibandingkan dengan 28% di AS.

Dalam sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2007, penggunaan aplikasi BIM di Finlandia diperkirakan mencapai 33% (*Kiviniemi, 2007*). Dalam survei yang sama, sebanyak 93% perusahaan arsitek menggunakan BIM untuk beberapa bagian dalam proyek mereka sedangkan penggunaan insinyur hampir sebesar 60%. Di Finlandia, panduan BIM mencakup prinsip umum pemodelan produk dalam proyek konstruksi, pemodelan produk dalam desain arsitektural, pemodelan produk dalam perancangan struktur dan pemodelan produk dalam perancangan layanan bangunan (*Senate Properties, 2009*).

Pedoman BIM Norwegia disebut manual BIM. Panduan ini didasarkan pada pengalaman dari proyek HIBO Statsbygg. Statsbygg telah menghasilkan versi panduan Alpha versi 0.9 sampai sekarang. Manual BIM dibatasi pada manual CAD NS8353 Norwegia, dan disiapkan dalam koordinasi dengan standar NBIMS di Amerika Serikat. Pada tahun 2007, 5 proyek telah menggunakan BIM. Pada tahun 2010, semua proyek diharapkan akan menggunakan BIM berbasis IFC / IFD. Norwegia adalah beberapa negara pertama yang mengembangkan standar IFD (International Framework for Dictionaries/IFD) dalam konstruksi bangunan (yaitu ISO 12006-3) yang merupakan inisiatif untuk aplikasi global. Sekitar 22% perusahaan AEC / FM di Norwegia telah menggunakan atau menerapkan BIM atau IFC.

Penggunaan BIM secara keseluruhan di Denmark sangat menjanjikan. Menurut sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2006 (dikutip dalam Kiviniemi et al., 2008), aplikasi BIM yang paling umum digunakan di kalangan arsitek adalah Arsitektur Desktop dimana sekitar 35% perusahaan menggunakannya. Kemudian diikuti Archicad, Revit dan Bentley Architecture. Survei tersebut juga menunjukkan bahwa sekitar 50% arsitek, 29% klien dan 40% insinyur di Denmark menggunakan BIM untuk beberapa bagian proyek mereka di tahun 2006. Penggunaan model 3D dalam berbagai proyek juga dikaitkan dengan harga proyek. Jika nilai proyek di atas 5,5 juta Euro, maka desain 3D harus memenuhi sejumlah persyaratan mengenai konten dan tingkat informasi untuk berbagai tahapan pembangunan. Modelnya disarankan menggunakan format IFC.

Selain sebagai regulator, Pemerintah juga mempunyai tugas sebagai fasilitator sehingga penting untuk melakukan pembinaan dan pemberdayaan misalnya berupa pelatihan dan seminar terkait kolaborasi BIM terhadap vendor-vendor rekanan PUPR. Dalam lingkup pengawasan dan pelaksanaan juga diperlukan implementasi pelaksanaan BIM di lingkungan K/L sehingga SDM terkait mampu memonitor dan mengevaluasi proyek-proyek BIM. Secara keseluruhan, tantangan implementasi BIM di Indonesia terkait attitude people yaitu dalam aspek kolaborasi, dimana pelaku jasa usaha biasanya susah berbagi informasi. Padahal keterbukaan informasi adalah sebuah *added value* dan merupakan *competitive advantage* dalam sebuah organisasi.

5.5. Evaluasi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan cara memilih jawaban yang Benar di antara pilihan jawaban yang ada.

1. Pemakaian BIM dalam proyek konstruksi di Singapura didukung oleh adanya berbagai panduan yang dibuat oleh:
 - a. Building Consultant Authority (BCA) Singapura;
 - b. Building Conspiration Authority (BCA) Singapura;
 - c. Building Corporation Authority (BCA) Singapura;
 - d. Building Construction Authority (BCA) Singapura

2. Panduan yang dikeluarkan oleh Building Construction Authority (BCA) Singapura diantaranya sebagai berikut, kecuali:
 - a. BIM Essential Guide for Adoption in Organization
 - b. BIM Essential Guide for R & C Contractors
 - c. BIM Essential Guide for Architectural Consultants
 - d. BIM Essential Guide for Contractors

3. Dalam sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2007 (*Kiviniemi, 2007*), penggunaan aplikasi BIM di Finlandia diperkirakan mencapai:
 - a. 22%
 - b. 33%
 - c. 44%
 - d. 55%

5.6. Jawaban Soal Latihan

BAB V

1. Karena dengan menggunakan IFC, para profesional dapat menggunakan aplikasi software yang beragam, yang disokong oleh sekitar 150 aplikasi sehingga mempermudah pengoperasian antar program dan kolaborasi.
2. Norwegia
3. Karena berkurangnya *rework* atau pengerjaan ulang/bongkar-pasang.

DAFTAR PUSTAKA

- Building Construction Authority (2013). "Singapore BIM Guide Version 2.0".
<http://www.corenet.gov.sg>
- Building Construction Authority (2013). "BIM Essential Guide for Architectural Consultant".
<http://www.corenet.gov.sg>
- McGraw-Hill Construction (2014). "Smart Market Report: The Business Value of BIM for Owners". *<http://www.construction.com>*
- Building Smart Alliance (2015). "National BIM Standards-United States. National Institute of Building Science". *<http://nationalbimstandard.org>*
- Tim BIM PUPR dan Institut BIM Indonesia (2018). "Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi". Pusat Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi Kementerian PUPR.

GLOSARIUM

BIM adalah Building Information Modeling, yaitu kumpulan penggunaan model yang ditentukan, alur kerja, dan metode pemodelan yang digunakan untuk mencapai hasil informasi yang spesifik, dapat diulang, dan dapat diandalkan dari "Model".

SCM adalah *supply chain management* atau manajemen rantai pasokan yang mana perusahaan secara sistematis membangun jaringan, baik dengan key supplier ataupun key customer.

BIM Execution Plan (BEP) adalah dokumen pegangan yang disetujui oleh pemilik proyek untuk memandu Tim Proyek mencapai tujuan dan sasaran, termasuk deliverable BIM dalam rentang waktu pelaksanaan proyek.

Pengembangan kapasitas (*capacity building*) adalah hal paling penting dalam program adopsi BIM. Hal ini terkait pemetaan kompetensi sumber daya manusianya dan melaksanakan rangkaian training sesuai rencana adopsi dan implementasi BIM.

Peta kompetensi (*Competency Map*) adalah cetak biru SDM dalam sebuah organisasi yang memperlihatkan jenis ketrampilan (skill set) yang harus dikembangkan untuk memenuhi target tujuan dan sasaran program adopsi dan implementasi BIM

Quality Assurance BIM adalah upaya yang dilakukan organisasi yang mengimplementasikan BIM untuk menjamin keluaran yang dihasilkan sesuai dengan kualitas yang diharapkan.

Level 0 BIM adalah level yang mana tidak ada kolaborasi dan menggunakan 2D CAD untuk drafting

Level 1 BIM adalah level yang mana terdapat kombinasi antara desain konseptual 3D model dan gambar 2D CAD, dimana setiap disiplin/pelaku memiliki standar sendiri-sendiri

Level 2 BIM adalah level yang mana terdapat adanya kolaborasi model/objek namun semua pelaku bekerja dengan sistem dan lingkungan sendiri, dan dipertukarkan dengan protokol dan format yang disetujui seperti IFC, misalnya, atau COBie

Level 3 BIM adalah level yang mana terdapat kolaborasi penuh, pelaku menggunakan shared object, bersifat OpenBIM.

KUNCI JAWABAN

JAWABAN EVALUASI

SOAL BAB II

1. B
2. C
3. B

SOAL BAB III

1. C
2. A
3. A

SOAL BAB IV

1. D
2. B
3. D

SOAL BAB V

1. D
2. B
3. B