

MENGEKSPLORASI PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA INDUSTRI KONSTRUKSI INDONESIA DARI PERSPEKTIF PENGGUNA

EXPLORING THE IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN THE INDONESIAN CONSTRUCTION INDUSTRY FROM USERS' PERSPECTIVES

Cindy F. Mieslenna¹ dan Andreas Wibowo²

¹Mahasiswi magister teknik sipil Universitas Katolik Parahyangan

²Staf pengajar magister teknik sipil Universitas Katolik Parahyangan dan Peneliti Ahli Utama Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian PUPR

¹cfahnimieslenna@gmail.com, ²a.wibowo@puskim.pu.go.id

Tanggal diterima : 15 Februari 2019 ; Tanggal disetujui : 09 April 2019

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) implementation in the Indonesian construction industry is still regarded as very low although it is not new and potentially offers greater efficiency and performance gain during the design and construction stage. The available literature of BIM application in the Indonesian construction industry is also scanty. This research aims at exploring the BIM implementation in Indonesia from its users' perspectives. This research employed a qualitative approach through semi-structured interviews with knowledgeable and experienced BIM practitioners. Based on the interviews, the respondents choose to use BIM as they perceive benefits in doing so, including better controlling construction projects, earlier detecting conflict during the design phase, reducing the request for information, and using it as a promotion for getting new projects. No disadvantage of BIM is hitherto acknowledged. However, there are hindrance factors, which can impede the BIM application, including high-up front investment cost, and a transition in working culture. The respondents concur that BIM has excellent potential in the future following the growing industry awareness and the market trend. From an academic and practical viewpoint, these findings can at least enrich the existing body of knowledge and pave the way for a better understanding of the implementation of BIM in the Indonesian construction industry.

Keywords: *Building Information Modeling, exploration, construction, Indonesia, semi-structured interviews*

ABSTRAK

Penerapan Building Information Modeling (BIM) di industri konstruksi di Indonesia masih dianggap rendah meski BIM bukan hal baru dan menawarkan keuntungan efisiensi dan kinerja selama tahap desain dan konstruksi. Literatur tentang aplikasi BIM di industri konstruksi Indonesia juga masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi penerapan BIM di Indonesia dari perspektif penggunaannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui wawancara semi-terstruktur dengan praktisi yang berpengalaman dan berpengalaman dengan BIM. Berdasarkan hasil wawancara, alasan responden menggunakan BIM karena mendapatkan manfaat yaitu dapat mengontrol proyek konstruksi lebih baik, mendeteksi lebih dini potensi konflik selama fase desain, dan menjadi sarana promosi guna mendapatkan proyek baru. Kekurangan BIM sejauh ini belum ditemukan. Beberapa faktor penghambat adalah biaya investasi awal yang tinggi dan pergeseran budaya kerja. Responden sepakat bahwa BIM memiliki potensi yang baik ke depannya seiring dengan tumbuhnya kesadaran dari industri dan tren pasar. Dari perspektif akademis dan praktis, temuan ini setidaknya dapat memperkaya pengetahuan eksisting dan memberikan dasar untuk pemahaman yang lebih baik tentang penerapan BIM di industri konstruksi Indonesia.

Kata Kunci: *Building Information Modeling, eksplorasi, konstruksi, Indonesia, wawancara semi-terstruktur*

PENDAHULUAN

Kemajuan di dunia informasi dan teknologi diharapkan mampu mengatasi masalah koordinasi yang biasa terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi guna memperbaiki produktivitas industri konstruksi yang rendah (Johnson dan Laepple 2003). Selama tiga dekade terakhir industri konstruksi telah mengalami peningkatan drastis dalam penggunaan teknologi dan informasi (Weinberger dan Fischer 2006). Salah satu solusi digital yang paling menjanjikan di sektor konstruksi adalah *Building Information Modeling* (BIM) (Azhar 2011).

BIM merupakan seperangkat teknologi, proses dan kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dan berintegrasi dalam model digital (Nurcahyadi 2017). BIM dapat digambarkan sebagai alat yang memungkinkan penyimpanan dan penggunaan kembali informasi dan pengetahuan domain selama siklus proyek (Vanlande, Nicolle dan Cruz 2008).

BIM adalah sumber pengetahuan bersama untuk informasi tentang fasilitas yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan selama siklus hidupnya dari konsepsi hingga pembongkaran (Azhar, Behringer, et al. 2012).

Oleh karena itu, BIM memiliki peran utama dalam mengoordinasikan dan mengintegrasikan pertukaran informasi dan pengetahuan antara berbagai disiplin ilmu dan fase dalam proyek. Penggunaan BIM dalam proyek konstruksi memberikan manfaat untuk meningkatkan kualitas produk dan memungkinkan desain bangunan lebih berkelanjutan (Eastman, et al. 2008). Berdasarkan survei yang dilakukan di AS dan Inggris, termasuk manfaat BIM adalah kreativitas, keberlanjutan, peningkatan kualitas, pengurangan sumber daya manusia (SDM), serta pengurangan biaya dan waktu (Yan dan Demian 2008).

Dasar pemikiran BIM adalah kolaborasi oleh pemangku kepentingan yang berbeda pada berbagai fase siklus hidup pelaksanaannya dari mulai memasukkan data, mengekstrak, memperbaharui atau memodifikasi informasi dalam BIM untuk mendukung dan mewakili peran dari pemangku kepentingan tersebut. Manfaat paling besar dalam penggunaan BIM adalah pengurangan biaya, penghematan waktu, dan kontrol yang lebih efisien di seluruh siklus hidup proyek (Bryde, Broquetas dan Volm 2013).

Banyak istilah baru, konsep dan aplikasi BIM yang telah dikembangkan seperti 4D, 5D, 6D dan 7D. Notasi "D" dalam BIM berarti dimensi dan memiliki tujuan yang berbeda untuk industri konstruksi. Implikasinya pada proses konstruksi adalah bahwa perancang konstruksi dan kontraktor dapat memodelkan situasi kehidupan nyata sebelum pindah ke lokasi proyek. Notasi 3D berarti tinggi, panjang dan lebar, 4D adalah 3D+waktu, 5D adalah 4D+estimasi biaya, 6D adalah 5D+keberlanjutan,

dan terakhir 7D adalah 6D+manajemen fasilitas daur hidup.

Serangkaian penelitian yang dilakukan di Kanada, Jerman, dan Australia menunjukkan perusahaan konstruksi menikmati kemajuan usaha dengan mengadopsi inovasi teknologi dalam menyelesaikan kebutuhan terkait konstruksi (Karen, Steve dan Stephen 2009). Namun, di sisi lain, ada sejumlah tantangan adopsi BIM di negara berkembang antara lain tidak kompetennya desainer/kontraktor, buruknya estimasi, perubahan manajemen, sosial dan isu teknologi, isu konstruksi di lapangan, serta teknik yang tidak tepat (Long, et al. 2004).

Di Indonesia BIM sebenarnya sudah dikenal oleh industri konstruksi meski penerapannya masih sangat terbatas, yang mana penerapan tersebut didorong terutama oleh kompleksitas proyek konstruksi yang semakin meningkat. Secara teoretis, teknologi BIM menawarkan sejumlah keunggulan dan telah banyak kajian yang dilakukan tentang penerapan BIM di sektor konstruksi (Ozorhon dan Cinar 2017). Namun untuk konteks Indonesia, penelitian yang terkait dengan BIM masih relatif terbatas. Di sisi lain, ada sejumlah perusahaan konstruksi di Indonesia yang memiliki pengetahuan dan pengalaman secara langsung dengan teknologi ini yang perlu dikaji dan didokumentasikan secara akademis untuk memperkaya *body of knowledge* penerapan BIM pada sektor konstruksi di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi penerapan BIM pada industri konstruksi di Indonesia. Ada empat pertanyaan riset yang dirumuskan dalam penelitian ini sebagai berikut: (i) sejauh mana penerapan BIM oleh pelaku industri konstruksi nasional; (ii) apakah keunggulan dan kelemahan BIM menurut persepsi penggunaanya; (iii) apakah faktor-faktor yang dapat menghambat adopsi BIM; dan (iv) bagaimana potensi penerapan BIM pada penyelenggaraan proyek konstruksi ke depan?

Selain manfaat akademis yang telah disampaikan, hasil temuan penelitian ini dapat digunakan sebagai langkah awal untuk memahami BIM secara lebih baik berdasarkan persepsi penggunaanya selama ini dan menjadi salah satu rujukan untuk menentukan langkah-langkah strategis yang tepat guna mendorong penerapan BIM dengan skala yang lebih luas pada industri konstruksi nasional.

KAJIAN PUSTAKA

Hwang, Zhao dan Yang (2019) melakukan kajian dampak BIM terhadap *rework* pada proyek konstruksi dan berdasarkan analisis data empiris menemukan bahwa proyek konstruksi yang menggunakan BIM memiliki persentase *rework* yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak

menggunakan BIM. Lebih lanjut, dari penelitian ini juga disimpulkan bahwa BIM secara umum memberikan dampak penurunan biaya dan durasi proyek. Penelitian ini diklaim sebagai penelitian pertama yang mengorelasikan pemanfaatan BIM dengan *rework*.

Frans dan Messner (2019) menemukan beberapa temuan terkait adopsi BIM dengan keterlibatan kontraktor, metode pengadaan kontraktor, kriteria pemilihan kontraktor, jenis kontrak konstruksi, pemanfaatan bangunan, jenis klien, dan luas bangunan. Sebagai contoh, adopsi tertinggi terjadi jika kontraktor sudah mulai dilibatkan sejak desain konseptual dan pradesain dan terendah jika dilakukan pemisahan keduanya dalam fase pelelangan. Pemilihan kontraktor menggunakan *best value* atau kontrak *cost plus fee* cenderung menghasilkan tingkat adopsi BIM yang tinggi.

Abubakar, et al. (2018) membahas tingkat kesadaran responden terhadap BIM dan persepsi mereka tentang faktor pendorong serta hambatan untuk pengadopsiannya di industri konstruksi Nigeria. Mereka mendapatkan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi teknologi BIM di industri konstruksi Nigeria. Temuan mengungkapkan bahwa ketersediaan profesional terlatih untuk menangani piranti BIM, ketersediaan perangkat lunak dan keterjangkauan, dan lingkungan yang mendukung dapat menjadi penggerak BIM yang paling signifikan dalam industri konstruksi Nigeria, diikuti oleh minat klien dalam penggunaan BIM di proyek-proyek mereka dan kesadaran teknologi di antara para pemangku kepentingan industri. Perubahan budaya kerja memiliki peringkat tertinggi sebagai penghalang yang paling signifikan, diikuti oleh kendala hukum, tingginya biaya perangkat lunak, dan kurangnya dukungan kebijakan pemerintah.

Akintola, Venkatachalam dan Root (2017) memaparkan hasil temuan penelitian tentang penerapan BIM di Afrika Selatan. Mereka menyatakan tantangan utama penerapan BIM terletak pada adanya persepsi bahwa proses dan prosedur BIM kompleks dan rumit, kurangnya profisiensi, dan pengetahuan berdasarkan pengalaman yang berbeda-beda.

Ozorhon dan Cinar (2017) menyelidiki faktor-faktor penentu keberhasilan dalam implementasi BIM di negara-negara berkembang. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa faktor terkait SDM, faktor terkait industri, faktor terkait proyek, faktor terkait kebijakan, dan faktor terkait sumber daya adalah sumber utama keberhasilan mengaplikasikan BIM. Ada 16 faktor kunci sukses yang dikelompokkan ke dalam faktor-faktor tersebut; tiga yang terpenting adalah ketersediaan staf yang mumpuni, kepemimpinan yang efektif, dan ketersediaan informasi dan teknologi.

Ahn, Kwak dan Suk (2016) mengeksplorasi strategi transformasi kontraktor yang akan memungkinkan mereka untuk berhasil mengadopsi dan menerapkan BIM untuk proyek konstruksi besar. Penelitian ini memberikan kerangka dan strategi transformasi organisasi untuk kontraktor yang akan mengadopsi BIM dan memaksimalkan potensi manfaat yang dapat dicapai pada proyek di organisasi mereka. Hasil penelitian juga menunjukkan perusahaan konstruksi harus membuat departemen dan divisi BIM, dengan tujuan untuk mendukung baik implementasi BIM dalam pengembangan bisnis. Departemen ini seharusnya diisi oleh dua atau tiga ahli BIM. Mereka juga menunjukkan bahwa untuk meningkatkan implementasi BIM di perusahaan adalah dengan cara mengadakan diskusi BIM untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman. Struktur organisasi BIM di perusahaan konstruksi juga menentukan peran dan tanggung jawab para ahli BIM di perusahaan dan bagaimana mereka ditugaskan untuk proyek berdasarkan pada berbagai jenis dan tingkat kompleksitas proyek.

Gardezi, et al. (2014) mengidentifikasi dan menentukan prioritas faktor-faktor yang menghambat implementasi BIM di industri konstruksi Malaysia. Hasil penelitian mereka adalah tantangan untuk implementasi BIM yang dihadapi sebagian besar disebabkan faktor biaya, tren pasar, dan perilaku organisasi. Koordinasi yang erat di antara pemegang saham industri dengan visi dan lingkungan khusus perlu dikembangkan dalam industri konstruksi untuk menikmati manfaat yang dihasilkan dari penerapan BIM. Dukungan otoritas dan konsultasi ekstensif antara praktisi profesional dan industri adalah satu-satunya kunci keberhasilan.

Giel dan Issa (2013) mengidentifikasi besarnya penghematan biaya terkait dengan penerapan BIM untuk menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemilik dalam berinvestasi BIM. Mereka menegaskan tingginya keuntungan atas investasi BIM dalam konteks perusahaan yang diteliti. Namun yang mungkin lebih bernilai dari keuntungan terukur ini adalah pengurangan *request for information* (RFI), *change order*, dan keterlambatan yang merupakan beberapa manfaat kualitatif dalam menggunakan BIM selama prakonstruksi.

Won, et al. (2013) menunjukkan bahwa aplikasi perangkat lunak BIM harus dipilih dengan mempertimbangkan faktor teknis terlebih dahulu, seperti seberapa baik aplikasi perangkat lunak saat ini mendukung kinerja proyek, bagaimana aplikasi perangkat lunak *interoperable* dengan aplikasi lain, seberapa baik model besar dapat ditangani serta kemudahan pemodelan dan penambahan pustaka baru. Namun, selain keempat faktor teknis ini, tiga faktor nonteknis berikut juga diidentifikasi sebagai faktor penting dan harus mendapat perhatian

khusus: apakah ada kasus BIM yang dianggap berhasil, bagaimana dampak ekonomi yang diharapkan (keuntungan atas investasi), dan apakah subkontraktor utama atau mitra bisnis saat ini menggunakan aplikasi perangkat lunak.

Eadie, et al. (2013) mengukur penggunaan BIM sepanjang siklus hidup proyek. Hasil penelitian mereka menunjukkan aspek kolaborasi di semua pemangku kepentingan yang terkait dalam pengadopsian BIM menghasilkan dampak positif secara ekonomis pada seluruh siklus hidup proyek. Namun, ada sejumlah kendala berkaitan dengan kurangnya keahlian dalam tim proyek dan organisasi eksternal yang dapat mengakibatkan motivasi untuk menerapkan BIM menjadi rendah.

Kjartansdottir (2011) mengeksplorasi proses implementasi BIM, sejauh mana BIM digunakan, dan apakah perusahaan dan organisasi lain dalam sektor konstruksi di Islandia menerapkan BIM untuk proyek-proyek mereka. Hasil penelitiannya menunjukkan peraturan terkait BIM kurang untuk mendukung implementasi BIM di Islandia. Tingkat adopsi BIM di Islandia adalah 40%. Penelitian Jensen dan Johannesson (2013) memperlihatkan tingkat adopsi yang lebih rendah oleh perusahaan konstruksi di Islandia yang rata-rata tidak mencapai 10% sementara negara-negara Skandinavia lainnya rata-rata jarang di bawah 10%.

Azhar (2011) mencari tren BIM saat ini, manfaat, risiko yang mungkin terjadi, dan tantangan masa depan BIM untuk industri konstruksi. Hasil penelitiannya mendapatkan rata-rata *return on investment* (ROI) dari penerapan BIM pada 10 proyek konstruksi di AS antara tahun 2005 dan 2007 dengan nilai proyek bervariasi antara \$14 juta dan \$88 juta adalah 634%, yang dengan jelas menggambarkan potensi manfaat ekonominya. Namun, ia juga menyarankan tim yang mengimplementasikan BIM berhati-hati tentang legalitas menyangkut kepemilikan data dan pembagian risiko. Masalah-masalah tersebut harus diatur dalam dokumen kontrak. Namun, untuk menghindari konflik sejak dini yang mungkin muncul antara pengguna BIM dan klien tentang kepemilikan data ini, hal tersebut seharusnya dapat diklarifikasi dan disepakati sejak proses pengadaan berlangsung.

Aranda-Mena, et al. (2008) mengidentifikasi tantangan, pendorong bisnis serta manfaat untuk konsultan arsitektur dan teknik, kontraktor dan perakitan baja. Hasil penelitian mereka adalah BIM memerlukan biaya tinggi di awal tetapi perusahaan yang mengadopsi akan pulih dengan cepat dan kinerja mereka akan meningkat secara drastis. Namun, responden penelitian ini harus mencari spesialis BIM untuk membantu mereka dalam proses transformasi dari budaya kerja konvensional berbasis 2D ke budaya kerja yang lebih memungkinkan BIM termanfaatkan lebih optimal, dan pemerintah harus mencari cara untuk

membantu industri seperti yang terjadi di Singapura, beberapa negara Skandinavia, dan AS. Pengguna dan penyedia konstruksi diminta untuk mengambil pendekatan proaktif atas penggunaan teknologi BIM; dalam beberapa kasus bahkan dibutuhkan kepemimpinan dan pembinaan.

Yan dan Demian (2008) mengidentifikasi manfaat penggunaan BIM dan hambatan dalam pelaksanaannya. Hasil penelitian menunjukkan banyak orang tidak mau belajar bagaimana menerapkan BIM, atau mereka mungkin berpikir teknologi desain saat ini cukup bagi mereka untuk merancang proyek. Meskipun baru beberapa perusahaan menggunakan BIM, pada umumnya mereka menyadari dan menunjukkan minat pada BIM. Beberapa perusahaan juga mengklaim bahwa mereka akan mengadopsi BIM dalam waktu 3 tahun.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif [referensi detail tentang pendekatan ini dapat diacu pada Berg (2001) atau Stake (2010)]. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dari beberapa responden yang memiliki pengetahuan dan pengalaman mempraktikkan BIM.

Pengalaman yang dimiliki oleh organisasi yang pernah menerapkan BIM menjadi sumber data terbaik untuk penelitian ini yang berusaha mengidentifikasi masalah potensial dalam adopsi BIM di Indonesia. Pengalaman ini sangat berharga bagi perusahaan konstruksi lainnya karena mereka dapat membantu mengidentifikasi dan mengurangi masalah sebelum menerapkan BIM. Karena alasan inilah penelitian ini difokuskan pada elisitasi persepsi dari responden yang merepresentasikan pengguna BIM.

Cakupan isu yang terlalu luas terkait konsepsi penerapan BIM mendorong Penulis untuk memetakan terlebih dahulu isu-isu yang paling relevan berdasarkan kajian pustaka. Gambar 1 memperlihatkan hasil pemetaan yang selanjutnya dielaborasi menjadi pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada responden melalui wawancara semi-terstruktur.

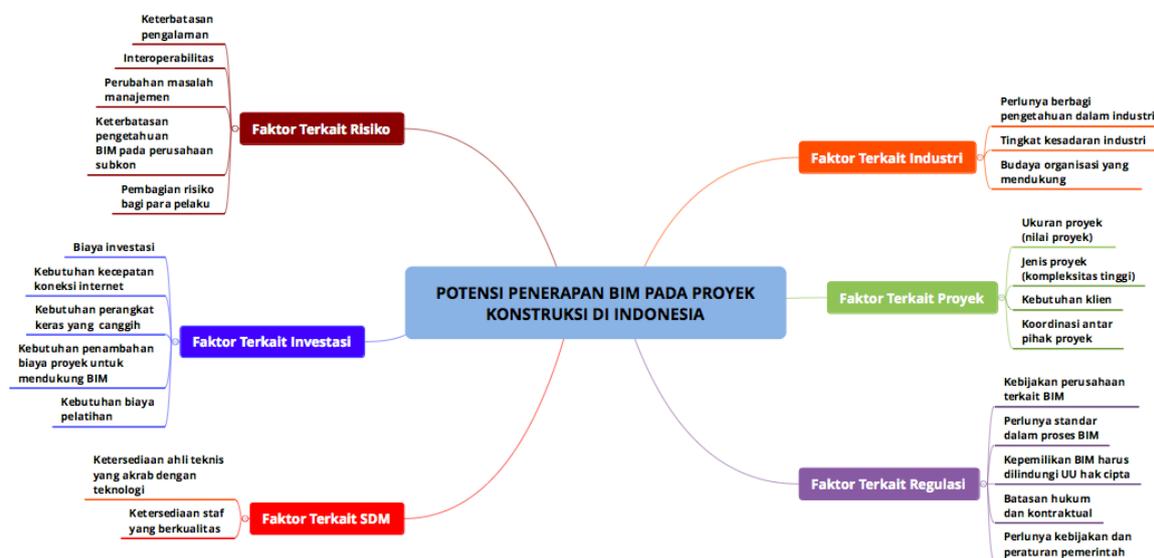
Wawancara Semi-Terstruktur

Responden penelitian ini difokuskan pada mereka yang bekerja di perusahaan konstruksi yang sudah dan berpotensi mengadopsi BIM di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur. Hal yang perlu dipahami adalah wawancara semi-terstruktur bukanlah percakapan bebas atau kuesioner yang sangat terstruktur (Grimsholm dan Poblete 2010). Metode ini merupakan wawancara mendalam (*in-depth interview*) yang mana responden harus menjawab pertanyaan-pertanyaan terbuka yang telah diset sebelumnya (Jamshed 2014).

Pertanyaan-pertanyaan untuk wawancara disusun berdasarkan rumusan hasil dari tinjauan literatur. Ada 36 pertanyaan yang dihasilkan yang dikelompokkan ke dalam enam faktor yaitu faktor terkait industri, faktor terkait proyek, faktor terkait kebijakan (regulasi), faktor terkait sumber daya, faktor terkait investasi dan faktor terkait risiko BIM. Sebagai contoh, pada faktor terkait sumber daya manusia, ada dua pertanyaan yang diajukan tentang: (i) bagaimana ketersediaan tenaga ahli BIM pada perusahaan saat ini, (ii) apakah ada persyaratan khusus yang harus ditetapkan untuk tenaga ahli BIM. Selain pertanyaan-pertanyaan yang dirumuskan dari pemetaan isu sesuai Gambar 1, ada set pertanyaan yang sifatnya umum, termasuk lama perusahaan mengadopsi BIM, pandangan umum tentang penerapan BIM, manfaat yang dirasakan saat menerapkan BIM. Untuk informasi yang lebih detail pembaca dapat merujuk Mieslenna (2019).

Setiap pertanyaan disematkan kode untuk kemudahan analisis. Kodifikasi juga dilakukan untuk responden penelitian.

Data yang diperoleh dari wawancara selanjutnya dianalisis sebagai berikut. Hasil wawancara ditranskripsikan terlebih dahulu dan berdasarkan transkrip tersebut, dilakukan penandaan kata-kata kunci yang merujuk pada jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang telah teridentifikasi dan disusun matriks dengan kolom merujuk pada kode responden dan baris pada kode pertanyaan. Matriks ini dihasilkan setelah melalui proses pencarian, pemilahan, penilaian, perangkuman, dan selanjutnya penggabungan yang mengerucut pada jawaban atas empat pertanyaan riset, sebagaimana telah disampaikan pada bagian lain makalah ini; baca selengkapnya dalam Mieslenna (2019).



Gambar 1 Pemetaan Isu-Isu Penelitian ini

Sumber: Mieslenna, 2019

Pengumpulan Data

Tahap awal proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengunjungi Institut BIM Indonesia (IBIMI) untuk mendapatkan informasi berapa banyak anggota yang sudah bergabung di asosiasi mereka baik individu maupun perusahaan.¹

Berdasarkan masukan narasumber IBIMI, wawancara sebaiknya dilakukan kepada perusahaan yang dianggap dapat mewakili rantai pelaku BIM pada industri BIM di Indonesia, mewakili pengembang, konsultan perencana, dan kontraktor pelaksana.

Responden yang diwawancarai yang dipilih berdasarkan kedalaman pengetahuan dan pengalaman mereka tentang fenomena yang diteliti (Robson 2002). Kriteria utama yang digunakan dalam kualifikasi yang diwawancarai adalah mereka yang mempunyai pengalaman di industri konstruksi yang luas dan/atau memegang peran manajemen dalam implementasi BIM di industri konstruksi Indonesia.

Atas masukan dari narasumber IBIMI, pada penelitian ini teridentifikasi 10 perusahaan, yang meliputi 4 kontraktor, 1 pemasok, 1 pengembang,

¹ Saat penulisan makalah ini, informasi jumlah anggota yang ada di dalam basis data IBIMI adalah 268 individu dan 24 perusahaan.

dan 4 konsultan perencana, berikut dengan kandidat nama narasumber dari masing-masing perusahaan yang memenuhi persyaratan. Nama perusahaan dan narasumber tidak diungkapkan dalam makalah ini karena alasan kerahasiaan data. Wawancara dilakukan di Jakarta dari 3 September 2018 sampai 6 Oktober 2018.

Latar belakang responden yang diwawancarai disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Demografi Responden

Kode Responden	Posisi Saat Ini	Pengalaman	
		Sektor Konstruksi (tahun)	BIM (tahun)
R1	Manajer R&D	14	4
R2	Manajer Senior BIM	16	11
R3	Manajer BIM	10	7
R4	Ahli Infrastruktur BIM	7	4
R5	Manajer R&D	5	1
R6	Manajer BIM	8	1
R7	Koordinator BIM	10	5
R8	Kepala Divisi Perencanaan	21	6
R9	Direktur	38	17
R10	Direktur	33	1

Sumber : hasil analisis, 2018

Rata-rata pengalaman responden di sektor konstruksi adalah 16 tahun dan di bidang BIM 5 tahun. Responden-responden ini dipilih berdasarkan rekomendasi dari IBIMI yang dianggap dapat mewakili rantai pelaku pada industri BIM di Indonesia. Durasi rata-rata wawancara antara 50 dan 70 menit. Hasil wawancara ditranskripsikan verbatim untuk keperluan analisis selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini disampaikan temuan-temuan berdasarkan meta-analisis yang sudah dilakukan berdasarkan hasil wawancara :

Pengalaman Penerapan

Lama pengalaman perusahaan menerapkan BIM bervariasi; ada yang sudah menerapkan BIM sejak tahun 2003 sementara ada yang baru memulai pada tahun 2017. Namun, sebagian responden mengakui bahwa BIM hanya digunakan di kantor pusat saja

sementara di lapangan koordinasi masih dilakukan secara konvensional. Perangkat lunak yang digunakan oleh perusahaan responden bermacam-macam tergantung kebutuhan dalam proses konstruksi, namun yang paling banyak digunakan adalah Autodesk Revit®.

Alasan perusahaan untuk mengadopsi BIM beraneka ragam dimulai dari kebutuhan internal kantor, mengikuti perkembangan inovasi dunia konstruksi, mempermudah RFI,² mempermudah dokumentasi bagi konsultan perencana, untuk *clash detection*, agar efisien, menghindari *rework*, dan yang baru-baru ini adalah atas permintaan klien swasta mereka. Motivasi menerapkan BIM atas dasar permintaan klien juga diafirmasi oleh pengalaman di China (Herr dan Fischer 2018).

Proses pengadopsian tersebut bisa secara *bottom-up* yaitu berasal dari usulan staf perusahaan atau *top-down* yaitu atas dasar permintaan langsung komisaris. Untuk perusahaan yang mengadopsi BIM secara *bottom-up*, skala penerapan BIM sangat beragam, mulai dari skala parsial yaitu dilakukan penerapan untuk suatu divisi tertentu saja karena belum resmi diadopsi oleh perusahaan sampai pada skala penuh karena ada dukungan dari pimpinan. Sementara itu, untuk *top-down*, adopsi biasanya dilakukan secara matang karena adanya dukungan dan komitmen yang kuat dari manajemen.

Keunggulan dan Kelemahan

Secara umum, manfaat BIM yang dirasakan oleh responden antara lain adalah BIM dapat mengendalikan proyek, mendeteksi benturan pada saat proses perencanaan, mengurangi RFI, mengurangi limbah material, mengestimasi biaya, menghindari *rework*, menghemat SDM dan dokumentasi. Dari sisi penghematan SDM, misal, salah satu responden menyatakan dengan adanya BIM beberapa produk gambar bisa sekaligus dihasilkan dengan kebutuhan tenaga ahli yang lebih hemat dibandingkan bila harus dilakukan melalui proses konvensional. Hal-hal yang disampaikan ini secara umum sesuai dengan temuan dari kajian sebelumnya; sebagai contoh, Jin, et al. (2017), Xu, et al. (2018).

Secara spesifik, beberapa perusahaan mengakui mereka mendapatkan keuntungan dengan mengadopsi BIM dalam bentuk perolehan proyek-proyek konstruksi baru. Salah satunya adalah tampilan BIM bisa lebih informatif dan meyakinkan bagi klien mereka, sebagaimana dipertegas dari salah satu pernyataan responden:

² *Request for information* (RFI) adalah permintaan informasi yang diajukan oleh kontraktor kepada enjinir yang mewakili klien untuk klarifikasi dokumen proyek, sebagai contoh, spesifikasi atau gambar pada tahap pelelangan dan/atau konstruksi. Dengan adanya BIM, klarifikasi dokumen akan lebih mudah terfasilitasi dan

memungkinkan ketidakkonsistenan yang terjadi (contoh, ketidakkonsistenan notasi, dimensi, perbedaan dokumen) dapat terdeteksi awal sehingga risiko konflik selama tahap prakonstruksi dan konstruksi dapat dimitigasi lebih dini.

“BIM itu alat komunikasi yang sangat baik sekarang. Dengan BIM kita bisa membuat denah, tampak, potongan dan 3D langsung bisa dikomunikasikan dengan klien karena estimasi hasil biaya langsung keluar.” (R3)

BIM untuk memudahkan komunikasi juga ditekankan oleh satu responden sebagai berikut.

“Selama ini pelaksanaan proyek selalu terlambat dikarenakan faktor koordinasi yang memakan waktu lama. Hal itu disebabkan setiap pelaku memiliki perspektif sendiri-sendiri baik dari pihak perencana, pelaksana dan subkon. BIM adalah alat bahasa digital yang sama, sehingga mau dilihat dari mana pun tetap sama. Sehingga dengan menggunakan BIM kita bisa berbicara dengan bahasa yang sama untuk mengefisienkan waktu koordinasi.” (R2)

Namun, keunggulan BIM dari segi kolaborasi belum sepenuhnya bisa tereksplorasi maksimal di Indonesia. Hal tersebut disebabkan masih sedikitnya pengguna BIM jika dibandingkan dengan total pelaku konstruksi di Indonesia. BIM membutuhkan kolaborasi terintegrasi dari hulu ke hilir: dari konsultan perencana sampai subkontraktor. Jika hanya sebagian saja pelaku yang menggunakan BIM, proses koordinasi tetap akan dilakukan melalui cara-cara konvensional dan hal ini mengakibatkan BIM tidak dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, proses konstruksi menjadi terhambat karena salah satu pihak harus mengerjakan hal yang tidak dikerjakan oleh pihak lainnya, sebagaimana dipertegas dari salah satu pernyataan responden:

“BIM itu esensinya kolaborasi, jadi semua pemangku kepentingan harus menggunakan BIM. Jika hanya salah satu pihak yang menggunakan BIM maka akan terlalu sulit, sehingga pihak yang satu harus mengerjakan semuanya sendiri.” (R2)

Yang menarik, responden pada umumnya belum menemukan kelemahan BIM, sebagai contoh dua pernyataan berikut.

“Belum ada. Sejauh ini sudah banyak yang menggunakan BIM.” (R8)

“Tidak ada, karena kemudahan menggunakan BIM itu malah menguntungkan.” (R9)

Namun, kehati-hatian tetap harus dikedepankan karena adanya risiko kegagalan implementasi BIM yang tinggi. Oleh karena itu, belajar dari pengalaman proyek percontohan sebelumnya sangat direkomendasikan untuk menurunkan risiko ini yang menyebabkan kesia-siaan investasi teknologi, SDM dan waktu, sebagaimana pernyataan berikut ini:

“BIM jika tidak diimplementasikan secara maksimal, akan menjadi sampah saja. Jadi tidak dapat *benefit* dari waktu, mutu, biaya. Jadi menjadi pembuangan investasi teknologi, SDM, dan membuang waktu juga. Risikonya itu kalau kita gagal atau melakukannya secara sembrono, otomatis bisa menjadi cacat atau kacau dalam koordinasi, output, lapangan, kualitas pekerjaan, dan cacat waktu untuk memperbaiki dengan cara *rework* lagi”.

Faktor-Faktor Penghambat

Meski belum dapat mengidentifikasi adanya kelemahan BIM, beberapa responden menyampaikan beberapa faktor yang dapat menghambat penerapan BIM di industri konstruksi nasional, sebagaimana disampaikan berikut ini :

a. Kebijakan penerapan BIM

Di Amerika Serikat, pemerintah sudah memandatkan penerapan BIM untuk proyek konstruksi mereka sejak tahun 2007 (Lee dan Yu 2016). Hal yang sama juga ditemui di China yang mana penerapan BIM meningkat sejak diberlakukannya kebijakan pemerintah dan standar-standar industri (Jin, Hancock, et al. 2017). Industri konstruksi Taiwan pun memiliki pengalaman yang sama (Juan, Lai dan Shih 2017).

Namun demikian, ada kecemasan yang dirasakan oleh salah satu konsultan perencana yang justru berkeberatan jika pemerintah mengeluarkan regulasi yang mewajibkan penggunaan BIM untuk seluruh proyek pemerintah:

“Peraturan terkait BIM itu perlu selama tidak menjadi penghambat, dalam arti penghambat tumbuhnya usaha kecil dan menengah. Ketika BIM menjadi keharusan, kasihan perusahaan-perusahaan kecil menengah. Bila BIM menjadi keseharusan bisa menjadi hal yang menakutkan juga.” (R9)

Sebagian besar responden penelitian ini (70%) menegaskan fakta tingginya biaya investasi awal pada tiga aspek: *software*, *hardware*, dan *humanware*. Dengan demikian, persyaratan untuk menerapkan BIM pada saat ini sebaiknya dibatasi untuk proyek-proyek dengan nilai tertentu dikaitkan dengan alasan ekonomis. BIM membutuhkan investasi yang besar dan menghasilkan ROI sebagaimana diharapkan dalam jangka panjang—meski perlu kehati-hatian menggunakan ROI untuk indikator keekonomisan dalam konteks BIM karena kerap tidak merefleksikan manfaat dan biaya yang riil (Jin, Hancock, et al. 2017)—sehingga perusahaan dengan kualifikasi besar dan sebagian menengah dapat menjadi calon pengguna bila diberlakukan persyaratan adopsi BIM. Di Korea, pada tahun 2012 pemerintah menetapkan proyek-proyek pemerintah dengan nilai hanya di atas 50 milyar won (setara dengan Rp627 milyar dengan kurs Rp12,53/1 won) harus menerapkan BIM (Lee dan Yu 2016).

Terkait dengan hal ini, di Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menerbitkan Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018 yang diundangkan pada tanggal 15 Oktober 2018. Dalam lampiran peraturan tersebut disebutkan bahwa BIM wajib diterapkan untuk bangunan gedung negara tidak sederhana yang memiliki luas di atas 2000 m² dan di atas dua lantai. Adapun luaran dari hasil desain menggunakan BIM meliputi gambar arsitektur, gambar struktur, gambar utilitas, gambar lansekap, rincian volume pekerjaan, dan rencana anggaran biaya. Karena peraturan ini masih relatif baru saat makalah ini disusun, dampaknya terhadap penerapan BIM masih perlu diuji di dalam pasar.³ Namun, penerbitan peraturan ini setidaknya dapat menjadi faktor pendorong penerapan BIM.

Isu lain terkait kebijakan adalah pengaturan tentang kepemilikan data dan distribusi informasi. Keresahan terkait data dan informasi tersebar ke pihak lain dirasakan oleh salah satu responden karena perusahaan mereka memiliki pengalaman buruk kebocoran data dan data perusahaan mereka digunakan oleh pihak lain. Padahal, data dan informasi adalah esensi dari BIM itu sendiri, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“BIM itu lebih ke konstruksi teknologi digital, bukan barang jadi dan bukan salah satu yang bisa kita sentuh dan lihat. Tetapi berupa data dan informasi.” (R2)

Penelitian ini menyimpulkan kepemilikan data dalam praktik bisa beragam. Ada pengguna yang secara otomatis menyampaikan data kepada klien, sebagaimana pernyataan berikut.

“Kepemilikan data otomatis kita serahkan ke pemilik proyek (klien).” (R2)

Namun, praktik lain memperlihatkan hal yang sebaliknya bahwa kepemilikan data berada pada pengguna, bukan klien. Untuk menghindari terjadinya konflik antara pengguna dan klien terkait kepemilikan data, klausul kontrak harus secara tegas mengatur hal tersebut.

Standardisasi juga menjadi isu yang dihadapi oleh responden. Ada beberapa responden yang menyatakan kebutuhan standarisasi notasi komponen konstruksi bangunan. Sebagai contoh, notasi untuk kolom dan balok yang bisa diseragamkan untuk memudahkan komunikasi antara konsultan perencana dan kontraktor pelaksana. Penyeragaman ini direkomendasikan dan diatur dalam standarisasi yang berlaku nasional, misal, Standar Nasional Indonesia. Hal yang sama juga diterapkan di Korea (Lee dan Yu 2016). Standardisasi ini seharusnya juga termasuk standar kompetensi kerja nasional Indonesia untuk kategori BIM untuk memenuhi kebutuhan tenaga ahli yang kerap kali menjadi kendala penerapan BIM.⁴

Terkait pemilihan jenis kontrak konstruksi untuk penerapan BIM yang lebih optimal, Bynum, Issa dan Olbina (2013) menyatakan BIM lebih sesuai untuk kontrak rancang bangun (*design-build; DB*). Ada pandangan beragam mengenai hal ini oleh responden penelitian. Dari sudut pandang responden kontraktor, kontrak DB akan menguntungkan dalam proses koordinasi karena kontrak konsultan perencana berada di bawah kontraktor, sebagaimana dipertegas salah satu pernyataan responden:

³ Merujuk pada ketentuan, nilai proyek dengan kriteria teknis ini adalah Rp10,9 milyar di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2019 dengan menggunakan data Harga Satuan Bangunan Gedung Negara di provinsi ini untuk bangunan gedung negara tidak sederhana Rp4.990.000 per m², koefisien untuk dua lantai 1,09. Di Provinsi DKI, jika diasumsikan Indeks Kemahalan Konstruksi tahun 2018 masih bisa digunakan, nilai ini menjadi sekitar Rp11,3 milyar.

⁴ Saat makalah ini disusun terbit ISO 19650-1-2018 dan ISO 19650-2-2018 yang memberikan rekomendasi kerangka kerja untuk pertukaran, pencatatan, *versioning*, dan pengorganisasian bagi seluruh aktor yang terlibat dalam proyek konstruksi yang sementara ini dapat dimanfaatkan untuk membantu pengelolaan informasi dalam BIM.

“Jika kontrak pengerjaan BIM *design and build* maka kita bisa menjaga outputnya. Akan tetapi kalau *fixed price* (catatan: *design-bid-build*), *lump sum* itu kan kita menerima output dari pemangku kepentingan yang berbeda. Jadi kami tidak bisa kontrol di sana, karena kontraknya bukan di bawah kita.” (R2)

Kontraktor merasa kontrak DB akan lebih mudah dikontrol bagi mereka dalam pengerjaan BIM. Namun, hal berbeda dirasakan konsultan perencana karena dengan kontrak DB mereka merasa tidak punya wewenang untuk langsung memberikan saran kepada klien, karena mereka berkontrak dengan kontraktor sehingga harus mengikuti apa yang diinginkan oleh kontraktor; terlebih operator BIM ada di pihak kontraktor, sebagaimana dipertegas salah satu pernyataan responden:

“Sebetulnya kalau jadi klien kita enaknyanya jangan yang *design and build*. Karena kalau *design and build* konsultan dibayar oleh kontraktor. Kita jadi tunduk sama kontraktor. Walaupun kita profesional, tetapi kontraktor inginnya optimalisasi jadi menekan biaya seminimum mungkin. Walaupun masih memegang peraturan dan tingkat *safety* tentunya. Optimalisasi masuk standar jadi faktor keamanan tetap ada, tetapi kita biasanya kalau desain harus sesuai dengan gaya yang keluar dari komputer.” (R10)

Persepsi yang berbeda antara konsultan dan kontraktor mengenai kontrak DB pada proyek konstruksi yang menggunakan BIM ini bisa menjadi masukan bagi klien dan regulator. Hal ini terkait dengan masukan konsultan perencana untuk bisa lebih leluasa menyampaikan pendapatnya jika dimungkinkan berkomunikasi langsung kepada klien.

Isu yang lebih kompleks akan ditemui pada penerapan BIM untuk pengadaan yang menggunakan sistem *design-bid-build* yang mana di dalamnya mengatur secara tegas delineasi fungsi antara konsultan dengan kontraktor, yang mengakibatkan koordinasi antara keduanya menjadi lebih rumit. Di sisi lain penerapan BIM yang optimal sangat membutuhkan komunikasi dan koordinasi yang efektif antara keduanya. Sebagaimana dipahami, salah satu keunggulan utama dari kontrak DB ini terletak pada efektivitas komunikasi antara tim desain dan tim pelaksana konstruksi (Chen, et al. 2015) yang selaras dengan faktor kunci sukses penerapan BIM. Oleh karena itu, penelitian ini menghipotesiskan bahwa BIM lebih

sesuai untuk pengadaan yang menggunakan kontrak DB, meski sebagaimana yang sudah didiskusikan sebelumnya, masih terjadi disensus antarresponden penelitian tentang hal ini dan dibutuhkan penelitian ini lebih lanjut untuk menguji hipotesis ini.

b. Kebutuhan investasi

Di Taiwan, keberatan menggunakan BIM terutama disebabkan tingginya biaya peralihan (*switching cost*) dan dukungan teknologi yang terbatas (Juan, Lai dan Shih 2016). Pada penelitian ini, sebagian besar responden juga menyatakan bahwa dibutuhkan investasi yang besar terkait perangkat lunak dan perangkat keras dalam mengadopsi BIM, sebagaimana dipertegas salah satu pernyataan responden:

“Perangkat lunak ini tidak murah, dan perangkat keras untuk perangkat lunak ini membutuhkan klasifikasi yang tidak umum. Jadi BIM ini *capital expenditure*-nya tidak sedikit sehingga BIM harus memberikan efisiensi yang besar.” (R8)

Pernyataan di atas diperkuat oleh responden lainnya yang mencari alternatif lain dengan membeli perangkat lunak di negara tetangga karena dirasa tidak ada keringanan bagi para asosiasi tertentu untuk pengadaannya, sebagaimana dipertegas dalam pernyataan berikut:

“Mahal sekali harga di Indonesia, sehingga mencari alternatif di Singapura. *Upgrade* perangkat keras. Karena mahalnyanya biaya, kita harus menggunakan Graphisoft ArchiCAD® secara bergantian.” (R9)

Berbeda halnya dengan pendapat salah satu responden yang beranggapan bahwa investasi dalam mengadopsi BIM itu bukan merupakan hal yang besar karena itu merupakan investasi perusahaan, sebagaimana dipertegas salah satu pernyataan responden:

“Kita sekarang kalau mau jadi konsultan mau masuk level mana, jika kita mau masuk gred besar seharusnya tidak ada kendala masalah investasi biaya. Jadi investasi seharusnya bukan seberapa jika kita sudah bermain dengan level-level yang di atas. Investasi tidak ada masalah terkait mengadopsi BIM” (R10)

Sebuah penelitian dilakukan di industri konstruksi Taiwan dengan hasil temuan 60% responden

mengakui bahwa mereka enggan untuk mengadopsi perangkat lunak BIM terutama karena biaya pergantian yang terlalu tinggi dan dukungan teknologi untuk BIM terbatas. Hasilnya konsisten dengan studi sebelumnya yang mengungkapkan penghambat mengadopsi BIM adalah biaya investasi awal perangkat lunak. Namun, kesediaan mereka sangat dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah, motivasi pesaing, insentif keuangan, dan dukungan teknologi (Juan, Lai dan Shih 2016).

Isu lainnya yang menjadikan perusahaan enggan untuk berinvestasi adalah masih banyaknya perusahaan perencana yang belum menggunakan BIM, sebagaimana salah satu pernyataan responden:

“Masih banyak perusahaan perencana yang belum menggunakan BIM sehingga hal ini akan mempersulit dalam berkomunikasi. Hal terpenting untuk penerapan BIM pada awalnya berangkat dari konsultan perencana, pengenalan di awal dulu sampai deteksi benturan (*clash detection*) baru sampai bisa aplikasi/desain final. Kontraktor sebenarnya cuma mengendalikan saja, perencanaan itu yang membutuhkan waktu. Karena idealnya BIM sebenarnya masuk dari awal perencanaan. Konstruksi hanya untuk mengendalikan saja. Kalau memang nanti sudah banyak pelelangan proyek yang mensyaratkan penggunaan BIM baru perusahaan akan berinvestasi di BIM.” (R1)

Pada skala yang lebih luas, industri konstruksi ragu untuk berinvestasi BIM karena, salah satunya, masih sedikit contoh nyata manfaat ekonomis dari penerapan BIM. Investasi perangkat lunak dan perangkat keras menjadi faktor penghambat dalam mengadopsi BIM karena kecemasan atas pengembalian investasi yang berdampak kerugian ekonomis bagi perusahaan. Namun, faktor yang paling dominan adalah masih kurangnya permintaan klien akan BIM dan belum banyaknya konsultan perencana, subkontraktor, atau mitra bisnis yang sudah mengadopsi BIM.

Kekhawatiran akan investasi BIM berpengaruh dalam faktor sukses untuk mengadopsi BIM, sehingga pada konteks ini dukungan manajemen menjadi hal yang esensial menentukan keputusan adopsi/tidak mengadopsi BIM ini. Hal serupa ditemukan dalam penelitian (Lee, Yu dan Jeong 2013) yang menemukan bahwa di Korea tingkat persetujuan untuk mengadopsi BIM harus mendapatkan dukungan dari manajemen yang diterjemahkan menjadi komitmen manajemen

untuk bersedia berinvestasi biaya, waktu, tenaga kerja ahli baru, dan sebagainya.

Terkait dengan tingginya biaya yang harus diinvestasikan untuk menerapkan BIM, perlu atau tidaknya pembebanan biaya implementasi BIM pada biaya total proyek masih menjadi perdebatan dalam penelitian ini. Lebih kurang setengah responden menganggap perlu adanya pembebanan biaya ekstra sementara sisanya menganggap pembebanan tersebut tidak dibutuhkan mengingat BIM sudah menjadi investasi internal perusahaan. Penambahan biaya proyek justru akan berpengaruh negatif bagi daya saing perusahaan, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Jika kita menambahkan biaya itu akan berpengaruh dengan kompetensi dari penawaran lelang. Katakan kalau kita tambahkan terkait BIM, bisa jadi kita kalah dalam penawaran karena kita menambahkan biaya BIM di sana. Jadi kita dituntut untuk efisien dan sisa efisien ini kita pakai untuk investasi BIM.” (R2)

Pernyataan tersebut didukung R3 yang menyatakan bahwa pembebanan investasi ini dapat tergantikan oleh efisiensi dalam proses pengerjaan menggunakan BIM:

“Seorang pebisnis pasti berpola pikir *what you get is what you invest*. Investasi BIM ini tidaklah murah, kalau konsultan pola pikirnya bagaimana kita bisa membebaskan lebih. Tetapi ternyata cara kerjanya bukan begitu. Bagaimana kita bekerja lebih baik supaya lebih efisien. Cara pandangnya harus lebih seperti itu.” (R3)

Salah satu studi mendukung argumentasi di atas dengan hasil penelitian yang membuktikan bahwa implementasi BIM memang mengeluarkan biaya tambahan pada tahap desain, tetapi biaya akan diimbangi pada tahap pembangunan (Lu, et al. (2014); Lu, Fung, et al. (2015) dalam bentuk kemudahan bagi tim mereka selama proses konstruksi. Jika ada pembebanan ekstra, biaya teknologi akan menjadi beban finansial bagi para klien yang justru akan berdampak negatif terhadap permintaan penerapan BIM oleh klien.

Pada salah satu kasus yang digunakan dalam Giel dan Issa (2013), kontraktor—yang memenangkan kontrak konstruksi—menawarkan layanan mengonversi gambar 2D ke dalam gambar 3D atas desain awal. Atas layanan ini, kontraktor membebaskan biaya tambahan kepada klien. Dari konversi ini teridentifikasi beberapa ketidakonsistenan gambar desain awal.

Konklusi apakah pembebanan ekstra dibutuhkan pada situasi yang mana pihak klien sendiri yang meminta diterapkannya BIM atau mendapatkan jasa ekstra untuk memanfaatkan BIM masih bersifat elusif dan membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menjawabnya.

c. Pergeseran budaya kerja

Pengadopsian BIM di suatu perusahaan mengharuskan adanya pergeseran dari proses kerja konvensional ke BIM. Hal ini diakui oleh sebagian responden sebagai hambatan terbesar. Proses transisi ini kerap mengakibatkan adanya penolakan dari sebagian staf karena keengganan menggunakan teknologi baru, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Perubahan budaya kerja sangat terasa di perusahaan, karena para staf harus berdedikasi penuh dalam mengerjakan BIM. Kebutuhan proyek saat ini selalu mendesak untuk dikerjakan dalam 2D, jika BIM masuk di tengah-tengah proyek akan menyebabkan perlawanan (resistensi), itu yang menjadi kendala terbesar.” (R5)

Mengubah pola pikir staf dari konvensional ke BIM membutuhkan waktu. Meski sudah diadakan pelatihan dan sosialisasi di perusahaan; hal ini tetap menjadi salah satu kendala penting, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Transisi SDM tidak mudah, dari konvensional ke BIM. *Training* orang itu yang menjadi kendala karena mengubah pola pikir bagi staf perusahaan dari konvensional 2D ke 3D sangat perlu waktu.” (R6)

Pada umumnya responden menyebutkan bahwa sebagian besar staf tidak ingin belajar cara mengoperasikan BIM karena pendekatan konvensional yang selama ini dipraktikkan sudah lebih dari memadai dalam merancang proyek. Transisi budaya kerja ini merupakan kendala awal pada saat baru mengadopsi BIM di perusahaan dan membutuhkan waktu yang cukup panjang dengan berbagai macam strategi perusahaan untuk menyelesaikannya.

Potensi Ke Depan

Seluruh responden penelitian meyakini penerapan BIM di masa depan sangat prospektif karena sudah munculnya kesadaran industri atau tren pasar untuk implementasi BIM. Hal tersebut didukung dengan sudah mulai banyaknya tema-tema seminar yang mengangkat isu BIM pada dunia konstruksi,

sudah dibangunnya asosiasi IBIMI, adanya sosialisasi dan pelatihan yang dilakukan oleh Kementerian PUPR, dan diselenggarakannya mata kuliah BIM sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Strategi-Strategi Percepatan

Beberapa strategi dapat diusulkan untuk meningkatkan skala penerapan BIM yang lebih luas.

Pelatihan dan alih pengetahuan

Pelatihan sebenarnya menjadi salah satu cara untuk dapat meningkatkan kapasitas dalam hal pengetahuan dan keterampilan mengoperasikan BIM. Namun, semua responden menyampaikan kritik mereka bahwa pelatihan yang diberikan oleh pihak vendor dinilai kurang memadai dengan kebutuhan mereka, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Pelatihan yang dilakukan oleh vendor hanya pengenalan *tools* saja tidak mendalam ke detail perencanaan proyek sehingga perusahaan perlu mengembangkan sendiri.” (R10)

Perusahaan pada akhirnya mendapatkan pengetahuan terkait penerapan BIM pada proyek mereka melalui proyek percontohan. Dari proyek-proyek percontohan tersebut mereka mendapatkan pengalaman melalui *trial and error* tentang bagaimana cara menerapkan BIM dalam suatu proyek yang tidak mereka dapatkan dari pelatihan vendor.

Mayoritas responden membangun sendiri keahlian BIM di dalam perusahaan dengan melakukan pelatihan internal dan eksternal. Namun demikian ada persyaratan yang harus dipenuhi yaitu kesesuaian dengan disiplin ilmu masing-masing. Hal ini mengingat BIM akan lebih optimal jika ada multidisiplin dan kesesuaian disiplin yang mengerjakan BIM, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Latar belakang disiplin ilmu bagi *modeler* itu sangat penting. Jika pelaku tidak hanya membuat model tetapi juga mengerti logika disiplin ilmunya bagaimana.” (R8)

Salah satu responden berbagi pengalamannya terkait hal ini. Saat awal mengadopsi BIM, mereka meminta pihak vendor untuk mengerjakan BIM di proyek percontohan. Namun, hasil yang didapatkan sangat mengecewakan karena data BIM yang diterima tidak sama dengan peraturan teknis yang ada di Indonesia. Hal tersebut yang menjadikan perusahaan menyadari bahwa dibutuhkannya kedisiplinan yang sesuai dalam pengerjaan BIM.

Strategi yang bisa diusulkan adalah mendorong budaya pelatihan yang berkelanjutan melalui alih pengetahuan di dalam perusahaan; sebagai contoh, alih pengetahuan dari staf yang sudah mengikuti pelatihan kepada rekan kerja yang belum mendapatkan, sebagaimana dipertegas salah satu responden:

“Kewajiban bagi staf yang sudah mengikuti pelatihan BIM di luar yaitu dengan memberikan pelatihan internal bagi junior atau rekan lainnya agar berkesinambungan dan mengurangi biaya pelatihan secara terus menerus selain eksternal.” (R6)

Selain budaya pelatihan dibutuhkan juga pendampingan dan supervisi kepada staf. Hal ini dirasakan efektif karena dapat langsung memberikan masukan dan mengontrol staf yang masih dalam proses belajar.

Beberapa negara, misal Amerika Serikat, Inggris dan Singapura, sudah membuat standarisasi yang dapat digunakan oleh para pelaku konstruksi dalam seluruh siklus tahapan BIM, sehingga dapat mempermudah bagi para pengguna BIM. Standar tersebut di dalamnya mengatur pelatihan dan tenaga ahli apa saja yang dibutuhkan dalam BIM. Selain standar BIM, sertifikasi bagi tenaga ahli BIM dibutuhkan agar dapat menjadi acuan industri konstruksi. Sampai saat ini belum ada sertifikasi BIM, kecuali Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia yang telah menerbitkan sertifikat keahlian BIM pracetak bagi para anggotanya, menurut informasi dari R5.

Penelitian yang dilakukan oleh Young, et al. (2009) menyebutkan perlunya mempersiapkan generasi masa depan para pelaku konstruksi dengan memasukkan pendidikan BIM ke dalam kurikulum. Hal tersebut dikarenakan kondisi saat ini terdapat banyak individu yang kurang terlatih sehingga menjadi penghalang utama dalam penerapan teknologi BIM dalam industri konstruksi.

Beberapa universitas di Indonesia diketahui telah memasukkan mata kuliah BIM dalam silabus program studi sarjana, pilihan program profesi, atau mata kuliah umum. Saat ini di Indonesia sudah banyak dilakukan kolaborasi industri-akademi dalam hal BIM dalam format perwakilan dari perusahaan yang sudah mengadopsi BIM menjadi dosen tamu di universitas tersebut. Manfaat dari dosen tamu yang merupakan pelaku langsung dari pengguna BIM adalah untuk berbagi pengalaman mereka dalam proses pelaksanaan BIM di proyek konstruksi sehingga mahasiswa dapat memahami bagaimana teori-teori tentang BIM dapat diimplementasikan dalam praktik.

Sinkronisasi implementasi

Pada internal organisasi pengguna BIM sendiri juga dibutuhkan koordinasi dan sinkronisasi antardivisi untuk memungkinkan penerapan BIM bisa berjalan mulus. Satu responden menyatakan bahwa:

“Hal yang menjadi kendala awal adalah bagaimana menyamakan tingkat kecepatan dalam implementasi dari setiap divisi. Kecepatan adopsi mereka tergantung dari kebijakan divisinya, ketersediaan orangnya, kemampuan mereka untuk menyediakan infrastrukturnya dalam pengadaan alat bantu pendukung dan ketersediaan proyeknya. Menambah tenaga ahli baru untuk menjadi koordinator tiap divisi sehingga lebih mudah dalam pemahaman di masing-masing divisi.” (R4)

Ahn, Kwak dan Suk (2016) merekomendasikan pentingnya pembentukan divisi khusus BIM namun penelitian ini menghasilkan kesimpulan lain. Perlu tidaknya membentuk suatu divisi khusus BIM di dalam perusahaan masih menjadi pertanyaan, kecuali jika divisi tersebut dapat dipastikan mampu berkolaborasi dengan divisi-divisi lainnya dalam perusahaan. Salah satu responden penelitian ini beranggapan dengan adanya divisi baru justru mengakibatkan staf lain tidak bersedia berperan serta, sebagaimana dipertegas dalam pernyataan berikut:

“Pada saat inisiasi program BIM, inisiator meminta agar tidak dibuat divisi khusus. Ketika membuat divisi khusus BIM maka orang-orang yang tidak tergabung di dalam divisi BIM akan berpikir secara tidak bertanggung jawab akan keberlanjutan BIM secara sistem. Yang dibutuhkan adalah partisipasi masukan dari seluruh staf perusahaan. Sehingga ada masukan dari semua divisi. Jika membuat divisi BIM (khusus) maka staf lain akan menutup diri dan menjadi tidak berkembang. Divisi BIM bisa dibuat jika manajemen bisa memastikan divisi BIM bisa masuk ke semua divisi di perusahaan.” (R3)

Sebagai konklusi dapat disampaikan bahwa penerapan BIM di Indonesia masih memiliki banyak tantangan, tetapi potensinya sangat baik. Faktor-faktor penghambat adopsi BIM dapat diatasi dengan strategi dari para pelaku BIM saat ini. Permasalahan utama pada potensi BIM di Indonesia yang

diutarakan oleh responden adalah motivasi dari perusahaan itu sendiri untuk mengadopsi BIM. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Taylor dan Levvit (2007) dalam Won, et al. (2013) bahwa kesiapan nonteknis organisasi dianggap lebih bermasalah dalam proses adopsi BIM daripada kesiapan teknologi, terutama selama periode awal adopsi. Hal-hal nonteknis harus disiapkan sebelum implementasi BIM. Keberhasilan adopsi BIM bergantung pada seberapa baik perusahaan menyelaraskan teknologi BIM dengan proses kerja mereka daripada kesiapan teknologi.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang dapat mengakibatkan perlunya kehati-hatian dalam melakukan generalisasi hasil temuan. Pertama, responden sebagai narasumber penelitian ini masih terbatas pada mereka yang tergabung dalam IBIMI. Pada satu sisi, pemilihan ini lebih didasarkan pada pendekatan pragmatis namun di sisi lain, yang juga berpotensi meninggalkan persoalan belum terepresentasinya persepsi mereka yang berasal dari institusi lainnya yang juga menjadi pemangku kepentingan dalam penerapan BIM di Indonesia. Kedua, wawancara untuk pengumpulan data dilakukan pada kurun waktu tertentu sementara dalam praktik mungkin saja terjadi perubahan-perubahan yang mengakibatkan hasil temuan menjadi kurang relevan lagi dengan situasi terkini. Pada konteks ini, beberapa hasil temuan penelitian ini dapat setidaknya dimanfaatkan sebagai *benchmark* untuk penelitian-penelitian berikutnya mengenai penerapan BIM di Indonesia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, berikut ini adalah kesimpulan yang dapat dirumuskan.

BIM di Indonesia sudah mulai diadopsi oleh beberapa pelaku konstruksi meski masih terbatas. Proses adopsi BIM bisa dilakukan secara *bottom-up* dan *top-down* dengan motivasi yang beragam antara satu perusahaan dan perusahaan lain.

Faktor-faktor keunggulan BIM yang teridentifikasi adalah dapat mengendalikan proyek konstruksi, mendeteksi konflik pada saat proses perencanaan, mengurangi RFI, mengurangi limbah material, mengestimasi biaya, menghindari *rework*, menghemat SDM, mempermudah dokumentasi, dan mendapatkan proyek baru. Kelemahan BIM sampai saat ini belum ditemukan oleh para responden. Secara umum, temuan ini konsisten dengan temuan-temuan studi terdahulu.

Faktor-faktor penghambat dalam adopsi BIM adalah kebutuhan investasi yang cukup besar, komunikasi antardivisi dalam internal organisasi, ketersediaan spesialis BIM, kebutuhan pelatihan

yang berkesinambungan, dan yang terpenting adalah transisi budaya kerja dari konvensional ke BIM. Terlepas dari faktor-faktor penghambat ini, potensi BIM untuk diterapkan ke depan sangat prospektif dengan sudah munculnya kesadaran industri atau tren pasar untuk implementasi BIM.

SARAN

Selain keterbatasan penelitian yang teridentifikasi, masih banyak isu lainnya yang belum tercakup dalam penelitian ini. Beberapa isu tersebut antara lain adalah peran sektor publik dalam regulasi BIM saat ini, analisis *benefit-cost ratio* dalam implementasi BIM pada proyek konstruksi di Indonesia, komponen pengukur kinerja BIM yang menghasilkan sertifikasi keahlian BIM, persyaratan informasi BIM yang berhak dimiliki oleh klien dan manajemen asetnya, perbandingan distribusi waktu proyek konstruksi yang menggunakan BIM dan yang tidak, studi kasus analisis konstruksi menggunakan BIM, dan strategi pengajaran BIM untuk mahasiswa teknik konstruksi. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan penelitian lanjutan untuk menjawab isu-isu di atas dengan melibatkan responden yang representatif

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama sebagai kontributor utama makalah ini mengucapkan terima kasih kepada Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian PUPR yang telah memberikan beasiswa kepada Penulis pertama menyelesaikan pendidikan magister di Program Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Makalah ini merupakan bagian dari penelitian yang dilakukan Penulis pertama selama menjalani pendidikan tersebut. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada mitra bestari yang telah memberikan komentar konstruktif yang meningkatkan kualitas makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, M., Y. Ibrahim, D. Kado, dan K. Bala. 2018. Contractors perception of the factors affecting building information modeling (BIM) adoption in the Nigerian construction industry. *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*. Orlando.
- Ahn, Y.H., Y.H. Kwak, dan S.J. Suk. 2016. "Contractor transformation strategies for adopting building information modeling." *Journal of Management in Engineering* 32 (1): 5015005.

- Akintola, A., S. Venkatachalam, dan D. Root. 2017. New BIM roles' legitimacy and changing power dynamics on BIM-enabled projects. *Journal of Construction Engineering and Management* 143 (9) : 04017066.
- Aranda-Mena, G., J. Crawford, A. Chevez, dan T. Froese. 2008. Building Information Modeling demystified: does it make business sense to adopt BIM?. *Proceedings of the International Conference on Information Technology in Construction*. Santiago.
- Azhar, S. 2011. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering* 11 (3): 241-252.
- Azhar, S., A. Behringer, A. Sattineni, dan T. Maqsood. 2012. BIM for facilitating construction safety planning and management at jobsites. *Proceedings of the CIB W099 International Conference on Modelling and Building Health and Safety*. Rotterdam : 82-92.
- Berg, B.L. *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*. 4th. Ed. Boston: Allyn and Bacon, 2001.
- Bryde, D., M. Broquetas, dan J.M. Volm. 2013. The project benefits of building information modeling. *International Journal of Project Management* 31 (7) : 971-980.
- Bynum, P., R.R.A. Issa, dan S. Olbina. 2013. Building information modeling in support of sustainable design and construction. *Journal of Construction Engineering and Management* 139 (1): 24-34.
- Chen, Q., Z. Jin, B. Xia, dan P. Wu. 2015. Time and cost performance of design-build projects. *Journal of Construction Engineering and Management* 142 (2): 04015074.
- Eadie, R., M. Browne, H. Odeyinka, C. McKeown, dan S. McNiff. 2013. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis. *Automation in Construction* 36 : 145-151.
- Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks, dan K. Liston. 2008. *BIM Handbook*. New York: Wiley.
- Frans, B., dan J. Messner. 2019. Evaluating the impact of building information modeling on project performance. *Journal of Computing in Civil Engineering* 33(3): 04019015.
- Gardezi, S.S.S., N. Shafiq, M.F. Nurudin, S.A. Farhan, dan U.A. Umar. 2014. Challenges for implementation of building information modeling (BIM) in Malaysian construction industry. *Applied Mechanics and Materials* 567 : 559-564.
- Giel, B.K., dan R.R.A. Issa. 2013. Return on investment analysis of using building information modeling in construction." *Journal of Computing in Civil Engineering* 27 (5): 511-521.
- Grimsholm, E., dan L. Poblete. 2010. Internal and External Factors Hampering SME Growth: A Qualitative Case Study of SMEs in Thailand. *Master Thesis*. Gotland: Gotland University.
- Herr, C.M., dan T. Fischer. 2018. BIM adoption across the Chinese AEC industries: an extended BIM adoption model. *Journal of Computational Design and Engineering*: in press.
- Hwang, B-G., X. Zhao, dan K.W. Yang. 2019. Effect of BIM on rework in construction projects in Singapore: status quo, magnitude, impact, and strategies. *Journal of Construction Engineering and Management* 145 (2): 04018125.
- Jamshed, S. 2014. Qualitative research method-interviewing and observation. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy* 5 (4): 87-88.
- Jensen, P.A., dan E.I. Johannesson. 2013. Building information modelling in Denmark and Iceland. *Engineering, Construction and Architectural Management* 20(1): 99-110.
- Jin, R., C. Hancock, L. Tang, C. Chen, D. Wanatowski, dan L. Yang. 2017. Empirical study of BIM implementation-based perceptions among Chinese practitioners. *Journal of Construction Engineering and Management* 33 (5): 04017025.
- Jin, R., C.M. Hancock, L. Tang, dan D. Wanatowski. 2017. BIM investment, returns, and risks in China's AEC industries. *Journal of Construction Engineering and Management* 143 (12): 04017089.
- Johnson, R.E., dan E.S. Laepple. 2003. Digital Innovation and Organizational Change in Design Practice. *CRS Center Working Paper 2*, CRS Center, Texas A&M University.

- Juan, Y., W. Lai, dan S. Shih. 2017. Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms. *Journal of Civil Engineering and Management* 23 (3): 356-367.
- Juan, Y-K., W. Lai, dan S-G. Shih. 2016. Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms. *Journal of Civil Engineering and Management* 23 (3): 1-12.
- Karen, M., M. Steve, dan K. Stephen. 2009. Relationship between construction firms and innovation outcomes. *Journal of Construction Engineering and Management* 135, no. 8 (2009): 764-771.
- Kjartansdottir, I.B. 2011. BIM adoption in Iceland and its relation to lean construction. *Master Thesis Reykjavík University*.
- Lee, S., dan J. Yu. 2016. Comparative study of BIM acceptance between Korea and the United States. *Journal of Construction Engineering and Management* 142 (3): 05015016.
- Lee, S-K., J. Yu, dan H.D. Jeong. 2013. BIM acceptance model in construction organizations. *Journal of Management in Engineering* 31, (3): 04014048.
- Long, N.D., S. Ogunlana, T. Quang, dan K.C. Lam. 2004. Large construction projects in developing countries: a case study from Vietnam. *International Journal of Project Management* 22 (7): 553-561.
- Lu, W., A. Fung, Y. Peng, C. Liang, dan S. Rowlinson. 2014. Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. *Building and Environment* 82: 317-327.
- Lu, W., A. Fung, Y. Peng, C. Liang, dan S. Rowlinson. 2015. Demystifying construction project time-effort distribution curves: BIM and non-BIM comparison. *Journal of Construction Engineering and Management* 31 (6): 04015010.
- Mieslenna, C.F. 2019. Kajian penerapan building information modeling pada industri A/E/C di Indonesia." Tesis Master, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Nurchayadi, G. 2017. *BIM Efisienkan Sektor Konstruksi*. 9 Oktober 2017. <http://mediaindonesia.com/read/detail/126254-bim-efisiensikan-sektor-konstruksi>.
- Ozorhon, B., dan E. Cinar. 2017. Critical success factors of building information modeling implementation. *Journal of Management in Engineering* 33 (3): 4016054.
- Robson, C. 2002. *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner Researchers*. Oxford: Blackwell.
- Stake, R.E. 2010. *Qualitative Research: Studying How Things Work*. New York: The Guilford Press.
- Vanlande, R., C. Nicolle, dan C. Cruz. 2008. IFC and building lifecycle management. *Automation in Construction* 18 (1): 70-78.
- Weinberger, A., dan F. Fischer. 2006. A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. *Computer and Education* 46 (1): 71-95.
- Won, J., G. Lee, C. Dossick, dan J. Messner. "Where to focus for successful adoption of building information modeling within organization." *Journal of Construction Engineering and Management* 139, no. 11 (2013): 4013014.
- Xu, J., et al. "Construction a BIM climate-based framework: regional case study in China." *Journal of Construction Engineering and Management* 144, no. 11 (2018): 04018105.
- Yan, H., dan P. Demian. "Benefits and barriers of building information modeling." *Proceedings of the 12th. International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*. Beijing, 2008.
- Young, N.W., S.A. Jones, H.M. Bernstein, dan J.E. Gudgel. *The Business Value of BIM: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line*. Smart Market Report, McGraw-Hill, 2009.