



RMTB

Homepage: <http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb>
e-ISSN : 2773-5044

Kemahiran Perisian Teknologi Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) Dalam Industri Pembinaan Di Malaysia

Nur Iffah Syahirah Ruslan¹, Mohd Yamani Yahya^{1*}

¹Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi & Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author Designation

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2022.03.01.044>

Received 31 March 2022; Accepted 30 April 2022; Available online 25 June 2022

Abstract: Building Information Modeling (BIM) software skills are utilised in the implementation of construction projects. This is because this technology not only enables for digital visualisation of the design but also offers all the information required for each building job. The Public Works Department (JKR) initially used this BIM programme in 2007. The software's release has such a broad impact on the building industry that it gives several benefits to the country. This is because the usage of BIM software aids in the resolution of challenges during project construction, particularly in the early phases. The objectives of this research were to investigate the influence of BIM implementation levels on the construction industry, as well as the obstacles that construction industry stakeholders encounter while utilising BIM software in the construction industry. This study's approach was based on an interview, which is a qualitative method. The findings showed that implementation of this software among Malaysian construction industry players is still low, with one of the obstacles being that most Malaysian construction industry players still lack skilled manpower in BIM software, and cost constraints make it difficult for industry players to invest in BIM software in a project. As a result, BIM software skills in Malaysia's construction industry still need to be reinforced and can provide considerable advancement in the future to be on level with more developed countries.

Keywords: BIM Software, Construction, Industries Player, Skills

Abstrak: Kemahiran perisian Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) yang digunakan dalam melaksanakan projek pembinaan. Ini kerana kaedah ini bukan sahaja memudahkan visualisasikan digital untuk reka bentuk serta menyediakan segala maklumat yang diperlukan untuk setiap projek pembinaan. Perisian BIM ini pertama kali diperkenalkan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR) pada tahun 2007. Pendedahan mengenai perisian memberi impak yang menyeluruh kepada industri pembinaan bahawa ianya memberi banyak manfaat kepada negara. Hal ini kerana penggunaan perisian BIM membantu dalam mengatasi masalah semasa pembinaan projek terutamanya pada peringkat awal. Objektif kajian ini dijalankan untuk menyiasat impak terhadap tahap pelaksanaan BIM kepada industri pembinaan, cabaran yang dihadapi oleh penggiat industri pembinaan menggunakan perisian BIM

*Corresponding author: yamani@uthm.edu.my

dan langkah meningkatkan kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan yang dihadapi menggunakan perisian BIM dalam industri pembinaan. Metodologi yang digunakan dalam kajian ini dilakukan secara temu bual iaitu kaedah kualitatif. Hasil kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan perisian ini dalam kalangan penggiat industri pembinaan di Malaysia masih rendah dan antara halangannya ialah kebanyakan pemain industri pembinaan di Malaysia masih kekurangan tenaga mahir dalam perisian BIM dan kekangan dari kos menjadi cabaran bagi penggiat industri untuk mekabur kepada perisian BIM dalam sesuatu projek. Oleh itu, kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan di Malaysia masih perlu dikukuhkan dan dapat memberi kemajuan besar agar setanding dengan negara yang lebih maju ke hadapan.

Kata Kunci: Perisian BIM, Kemahiran, Pembinaan, Penggiat industri

1. Pengenalan

Pemodelan maklumat bangunan (BIM) merupakan proses penyediaan, penggunaan dan perkongsian model 3D menerusi teknologi digital yang mengandungi pelbagai informasi yang dapat digunakan oleh semua pihak dalam projek bagi mencapai objektif di sepanjang fasa pelaksanaan sesebuah projek. Pada era digitalisasi, penggunaan teknologi komunikasi dan maklumat (ICT) memainkan peranan penting kepada semua industri terutamanya bidang pembinaan. Ini menunjukkan penggunaan ICT meresap dalam pelbagai industri termasuk di industri pembinaan dan ia dilihat sebagai pemacu utama untuk meningkatkan prestasi industri (Azhar, 2011). Merujuk kepada Ismail (2015), penggunaan perisian pemodelan maklumat bangunan (BIM) seakan-akan sudah menjadi hal yang wajib dalam proses reka bentuk kerana dapat menghasilkan media visual secara efektif. Secara realitinya pelaksanaan BIM mempunyai pelbagai halangan seperti kurangnya pakar mahir dalam perisian yang sentiasa dinaiktaraf seiring dengan teknologi yang lebih berinovasi. Berdasarkan juga Hardin (2015), proses pencarian akan berlarutan dari segi penggunaan sumber yang tidak tepat dan pengumpulan maklumat yang tidak selari. Oleh itu, perkara ini dijelaskan oleh tenaga profesional di dalam industri pembinaan tidak dapat mengurus sesebuah bangunan dengan cekap dan berjaya dalam tempoh masa yang panjang (White Paper Series, 2012). Namun, dengan memanfaatkan perisian Building Information Modeling (BIM), masalah pengurusan dan pengendalian maklumat dalam pengurusan fasiliti dapat ditangani (Eastman *et al.*, 2011). Sehubungan dengan itu, kajian ini akan mengkaji lebih mendalam berkaitan dengan kemahiran perisian teknologi Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) industri pembinaan di Malaysia dapat memberi maafaat kepada semua penggiat industri.

Pembinaan industri merupakan salah satu faktor yang menyumbang kepada ekonomi negara Malaysia. Menurut Rancangan Malaysia ke-11 (RMK 11) menunjukkan industri pembinaan merupakan penyumbang terbesar sebanyak RM 327 bilion ataupun 5.5 peratus kepada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK), Amri dan Ishak (2015). Malahan perkara ini, mendapat permintaan terhadap projek infrastruktur meningkat samada daripada kerajaan atau swasta yang secara langsung memberi pulangan kepada ekonomi negara. Ini telah mendorong kerajaan Malaysia untuk melaksana perisian BIM dalam industri pembinaan memandangkan BIM dapat membantu industri pembinaan negara berkembang. BIM dilihat berpotensi untuk menyelesaikan masalah pembinaan projek pada peringkat awal (Latiffi, 2013). Di Malaysia, bagaimanapun, penggunaan BIM masih terhad. Proses pembinaan dan penyelenggaraan semasa tidak begitu kukuh, kerana ia bergantung pada cara tradisional sebagai medium perantara untuk berkomunikasi antara pihak yang mengambil bahagian dalam proses pembinaan. Secara keseluruhannya, penggunaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia agak terhad, walaupun pada hakikatnya BIM telah diterima pakai secara meluas di negara-negara maju.

Namun demikian, penggunaan perisian teknologi BIM pada masa kini dilihat masih belum mencapai tahap kecekapan dan keberkesanan yang tinggi di peringkat reka bentuk dalam menghasilkan sesuatu projek pembinaan yang dapat memasarkan produk yang dihasilkan ke arah yang lebih tinggi. Menurut (CIDB, 2013), antara sebab atau punca adalah kekurangan tenaga kerja mahir dalam mengendalikan perisian BIM menyebabkan teknologi BIM tidak menjadi alat yang berkesan untuk digunakan. Sehubungan dengan itu, usaha kerajaan Malaysia dalam memperkenalkan BIM dalam industri AEC menawarkan peluang yang bermanfaat kepada syarikat pembinaan kecil.

Masalah kajian ini adalah kekurangan penggunaan perisian BIM dalam industri pembinaan Malaysia. Apabila pendekatan perisian BIM dilaksanakan di dalam industri pembinaan secara rendah ianya akan memberi kesan kepada penggunaan perisian BIM. Perkara ini menyebabkan dalam bahawa pendekatan BIM menggunakan pelbagai perisian, (Mohandes, 2015). Menurut Barbra Heller, Ketua Pegawai Eksekutif Reka Bentuk dan Strategi Bangunan, BIM tidak hanya akan mengubah sistem penyampaian semasa, tetapi juga akan mengubah deskripsi pekerjaan sebahagian besar mereka yang terlibat dalam reka bentuk dan pembinaan. Menurut Post (2006), 74 % penggiat industri pembinaan daripada hasil kajian telah menggunakan pemodelan digital 3D dalam beberapa bentuk. Permintaan pemilik, kemungkinan peningkatan produksi, dan daya saing dengan perusahaan lain merupakan motivasi untuk mulai menggunakan BIM. Hanya sebilangan yang masih tidak mahu menggunakan BIM. Menurut tinjauan, 26% responden tidak menggunakan BIM kerana kurangnya minat dari pemiliknya, kurangnya pengalaman, kurangnya pengetahuan dengan BIM, dan biaya pelaksanaan. Teknologi BIM dalam tiga dimensi (3D) berpotensi meningkatkan daya saing kontraktor Malaysia menjelang pelaksanaan Perjanjian Perkongsian Trans-Pasifik (TPPA), yang membuka pintu kepada kehadiran kontraktor luar di Malaysia. Walau bagaimanapun, tahap penggunaan BIM dalam kalangan peserta industri, khususnya kontraktor, kekal rendah. Menurut Pengurus Besar Bahagian Teknologi dan Inovasi CIDB Malaysia, Ir Noraini Bahri, hanya 5.2 peratus kontraktor aktif yang berdaftar dengan CIDB menggunakan teknologi BIM ini (Berita Harian, 2016). Walaupun CIDB telah mendidik kontraktor tentang kepentingan teknologi BIM sejak 2013, peratusan penggunaan BIM kekal rendah. Dalam kajian ini terdapat 3 objektif yang ingin dicapai iaitu untuk mengenalpasti impak terhadap penggunaan perisian BIM kepada industri pembinaan, mengenalpasti cabaran yang dihadapi oleh penggiat industri pembinaan menggunakan perisian BIM dan mengkaji langkah meningkatkan kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan

Kajian ini akan melibatkan syarikat pembinaan dari Wilayah Persekutuan dan Selangor. Lokasi ini dipilih kerana aktiviti pembinaan mereka yang lebih tinggi berbanding dengan negeri lain dan mempunyai kebanyakan syarikat pembinaan. Berdasarkan statistik yang dikeluarkan oleh Jabatan Perangkaan Malaysia (2021), ketiga-tiga negeri utama ini termasuk Sarawak menyumbang RM18.1 billion (57.6%) nilai kerja pembinaan yang dilakukan pada suku pertama 2021. Selain itu, tiga sub sektor lain, yang meliputi bangunan kediaman, bangunan bukan kediaman, dan kejuruteraan awam, masing-masing tumbuh (-4,2%), (-5,3%), dan (-22,3%), dibandingkan dengan suku yang sama pada tahun 2020. Di samping itu, Jabatan Perangkaan Malaysia melaporkan nilai kerja pembinaan kejuruteraan awam, yang telah memegang bahagian 39.0%, sejak suku keempat 2015. Sektor swasta juga terus mendorong aktiviti pembinaan di Malaysia dengan 55.2% pembinaan, atau RM 17.3 billion, berbanding sektor awam dengan 44.8% kerja bangunan (RM14.0 billion. Oleh itu, tujuan kajian adalah mencapai beberapa responden daripada peminat BIM, jurutera dan arkitek untuk di temubual secara atas talian. Bagi menilai keberadaan sebenar perisian BIM di dalam industri pembinaan, responden ditemu bual melalui kaedah kualitatif yang menggunakan platform *google meet* bagi menilai pelaksanaan perisian dalam syarikat mereka.

2. Kajian Literatur

2.1 Building Information Modelling (BIM)

Akronim bagi perkataan BIM yang diterjemahkan dari Bahasa Inggeris adalah Pemodelan Maklumat Bangunan. Oleh itu, BIM mempunyai pelbagai definisi mengikut pengkaji-pengkaji tersendiri. Menurut CIDB (2013), BIM merupakan sebuah perisian yang dipasang pada komputer yang digunakan untuk reka bentuk model bangunan secara maya terlebih dahulu sebelum ianya dibina secara nyata. Menurut Eastman *et al.* (2011), BIM adalah salah satu set data perkongsian dan penyelarasan berkenaan dengan maklumat reka bentuk dalam sebuah platform yang menyediakan yang telah disusun atur secara automatik sepanjang kitaran hayat bangunan. Definisi ini diperkuatkan lagi dengan definisi oleh Othman *et al.* (2021) yang mengatakan bahawa BIM merupakan sebuah teknologi yang berperanan dalam mengkoordinasikan segala maklumat dan data.

2.2 Pelaksanaan perisian BIM

Produk reka bentuk menggunakan komputer yang sering digunakan dalam sektor seni bina dan pembinaan termasuk dalam reka bentuk bangunan dan perisian pemodelan maklumat bangunan (BIM). Sebilangan besar produk ini merangkumi reka bentuk seni bina dan alat pembinaan dan perpustakaan, seperti mekanikal, elektrik, dan paip (MEP) dan pemodelan maklumat bangunan (BIM). Justeru, perisian BIM menggunakan pendekatan berdasarkan model untuk merancang dan mengurus bangunan dan infrastruktur, yang melampaui gambar pembinaan untuk menghasilkan representasi digital. Jika dibandingkan dengan reka bentuk 2D, BIM menyediakan satu set pangkalan data lengkap yang mampu menyimpan pelbagai maklumat reka bentuk yang lebih spesifik dan teratur bagi memudahkan proses kerja dalam pelaksanaan projek pembinaan (Memon *et al.*, 2014).

2.3 Impak pengguna perisian BIM

Apabila penggunaan BIM semakin meluas, menjadi jelas bahawa tidak semua projek BIM berjaya. Beberapa kajian menyelidiki pelbagai mekanisme penyesuaian BIM dalam projek BIM yang berjaya dan tidak berjaya (rujuk Jadual 1). Jang *et al.* (2019) menemui bagaimana urutan kontrak dapat mengubah sikap peserta projek BIM terhadap koordinasi reka bentuk dan kejuruteraan nilai semasa aktiviti pra-pembinaan, akhirnya mempengaruhi kos projek.

Jadual 1: Impak penggunaan perisian BIM dalam industri pembinaan

Fasa	Pengarang dan impak
Pra-pembinaan	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi gambaran awal reka bentuk bangunan kepada pengguna (Wei & Mydin, 2017). • Menyelesaikan masalah kebolegunaan (Desai, 2013). • Mengesan sebarang persilangan terhadap reka bentuk (Ibrahim <i>et al.</i>, 2019). • Proses pembuatan keputusan lebih cepat (Enshassi <i>et al.</i>, 2018). • Menyusun atur jadual dan anggaran kos binaan (Bryde, 2013). • Pengurusan ruang yang lebih baik (Mohandes <i>et al.</i>, 2014). • Mengurangkan risiko sebenar projek (Lau <i>et al.</i>, 2018). • Meningkatkan keberkesanan dan ketepatan dalam kerja-kerja dokumentasi (Kjartansdottir <i>et al.</i>, 2017).
Pembinaan	<ul style="list-style-type: none"> • Pengurusan buangan sisa pepejal yang lebih efektif (Wei & Mydin, 2017). • Meningkatkan kualiti dan kecekapan dalam pengurusan projek pembinaan (Hilfie <i>et al.</i>, 2017). • Menghasilkan kerja-kerja penjadualan yang lebih tepat (Enshassi <i>et al.</i>, 2018). • Meningkatkan komunikasi antara pihak-pihak yang berkepentingan (Ibrahim <i>et al.</i>, 2019). • Menjimatkan tempoh masa pembinaan (Kjartansdottir <i>et al.</i>, 2017). • Meningkatkan produktiviti kerja (Eastman <i>et al.</i>, 2011). • Mengurangkan kerja-kerja semula dengan berkesan (Talebi, 2014).
Selepas pembinaan	<ul style="list-style-type: none"> • Segala maklumat yang berkaitan dengan bangunan boleh dikongsi dengan lebih mudah (Ibrahim <i>et al.</i>, 2019). • Pengurusan fasiliti dan penyelenggaraan (Wei & Mydin, 2017). • Penggunaan tenaga dan sebarang kesilapan operasi dapat dikesan (Enshassi <i>et al.</i>, 2018).

2.4 Cabaran pelaksanaan perisian BIM

Di Malaysia, pembinaan bangunan Institut Kanser Negara (IKN) merupakan salah satu binaan yang mengaplikasikan konsep BIM (Musa *et al.*, 2016). Selain itu, projek pembinaan Dewan Sultan Ibrahim (DSI) yang terletak di UTHM juga telah menggunakan konsep BIM. Dalam masa yang sama juga, JKR juga dijangka akan menggunakan teknologi BIM untuk menjayakan beberapa projek perintis seperti Klinik Kesihatan Maran Pahang, Bangunan SPRM Shah Alam, SMK Meru Jaya Ipoh, Perak dan SMK Tanjung Minyak 2, Melaka (Latiffi *et al.*, 2013).

Sehingga kini, teknologi BIM telah mencapai kemajuan dari aspek teknikal dan reka bentuk. Walaubagaimanapun, pelaksanaan konsep BIM masih belum menyeluruh dalam industri pembinaan (Ghaffarianhoseini *et al.*, 2017). Di Malaysia, penggunaan teknologi BIM dalam bidang pembinaan adalah masih berada di peringkat yang rendah (Ibrahim *et al.*, 2019). Menurut Zahrizan *et al.*, (2013) juga, tahap penggunaan BIM di Malaysia adalah masih berada di tahap sifar (pra-BIM) dan 1 (pemodelan berasaskan objek). Keadaan ini menyebabkan tahap penggunaan teknologi BIM di Malaysia adalah rendah iaitu sekitar 17% sahaja (CIDB, 2013). Oleh itu pelbagai halangan dan cabaran yang dapat diringkaskan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Cabaran yang dihadapi dalam pelaksanaan perisian BIM

Cabaran (Penulis)	Penerangan
Masalah kos (Gardezi <i>et al.</i> , 2014)	<ul style="list-style-type: none"> ● Modal besar untuk setiap pembelian perkakasan dan perisian ● Latihan kepada staf ● Gaji pekerja berkemahiran dalam BIM ● Lesen pengesahan
Kurang tahap pengetahuan (Zahrizan <i>et al.</i> , 2013)	<ul style="list-style-type: none"> ● Ketiadaan garis panduan yang jelas ● Tiada pengetahuan dari segi penggunaan
Terikat dengan kaedah tradisional (Othman <i>et al.</i> , 2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Isu kelewatan ● Kos melebihi bajet ● Kualiti rendah ● Prestasi rendah ● Produktiviti rendah
Kekurangan latihan dan pendidikan (Wong & Gray, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> ● Memerlukan pelatih yang berpengalaman ● Kurang kemahiran ● Kurang kepakaran ● Kekurangan tahap profesionalisme
Sikap tidak mahu berubah (Yaakob <i>et al.</i> , 2018)	<ul style="list-style-type: none"> ● Lebih selesa dengan kaedah lama ● Anggapan sukar untuk menerima teknologi baru

2.5 Langkah-langkah meningkatkan kemahiran perisian BIM

Industri bangunan Malaysia telah dianggap sebagai pemacu utama ekonomi negara. Mentransformasi industri pembinaan adalah salah satu bidang tumpuan yang ditetapkan sebagai pemacu kritikal untuk meningkatkan kadar pertumbuhan ekonomi dalam Rancangan Malaysia Kesebelas (MP ke-11). Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) merupakan antara badan yang memainkan peranan penting dalam menggalakkan penggunaan teknologi BIM di Malaysia. Pelaksanaan *BIM Day* yang diadakan setiap tahun merupakan langkah konsisten yang diambil boleh CIDB. Acara ini adalah lanjutan daripada program *Construction Week* (ICW) di mana tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan kesedaran akan kepentingan BIM dalam sektor pembinaan. Selain itu juga, CIDB juga giat melaksanakan program MyBim Centre dimana program ini menyediakan latihan kepada penggiat-penggiat industri pembinaan seperti klien, kontraktor, perunding, dan pembekal BIM disertai dengan pakej *Affordable BIM Software Training*, *BIM Concept*, *BIM Modeler*, *BIM Coordinator* dan *BIM*

Manager (Sinoh *et al.*, 2020). Program ini dilaksanakan bertujuan untuk memberi latihan dan kemahiran khusus kepada penggiat-penggiat industri di luar sana tanpa mengira usia.

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan dua jenis data iaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam kajian diperolehi terus daripada responden. Kaedah pengumpulan data primer ini memerlukan pengkaji melibatkan diri dalam aktiviti pengumpulan data secara langsung seperti kaedah komunikasi atau temu bual dengan responden. Data sekunder ialah maklumat yang sedia ada atau idea yang diperolehi daripada mana-mana sumber yang digunakan untuk melaksanakan kajian. Maklumat penting ini mesti digunakan untuk menyokong kenyataan dan mengukuhkan keputusan.

3.2 Pengumpulan Data

Instrumen kajian ialah alat yang digunakan oleh penyelidik semasa menjalankan penyelidikan. Menurut Nuaraina (2017), instrumen kajian digunakan sebagai asas untuk mengumpul data mengikut keperluan pengkaji bagi mencapai objektif kajian. Dalam kajian ini, kaedah temu bual secara atas talian. Disebabkan oleh keterbatasan wabak Covid-19, Google Meet nampaknya merupakan pendekatan terbaik untuk menjalankan kajian ini. Menurut Laman Web Rasmi Google (2021), sedang menyediakan persidangan video gred perusahaan kepada orang ramai. Sesiapa sahaja yang mempunyai akaun Google boleh menganjurkan mesyuarat dalam talian untuk sehingga 100 orang pada masa yang sama.

3.3 Analisi Data

Selepas pengumpulan data selesai, kaedah analisis data akan digunakan. Semua data yang dikumpul telah diproses dan dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan. Burns (2012) mendakwa bahawa analisis kandungan kerap digunakan dalam kajian kualitatif. Analisis kandungan berguna untuk mengkategorikan data, tetapi ia bukan aktiviti pengumpulan data yang digunakan untuk menguji hipotesis. Kaedah ini boleh membantu dalam memberikan maklumat dan gambaran keseluruhan tentang perkara yang sedang dikaji. Menggunakan perisian Microsoft Word, data yang dikumpul dianalisis dan disusun secara sistematik dalam bentuk jadual (Rashidi *et al.*, 2014).

4. Analisis Data dan Perbincangan

Perbincangan dalam bahagian ini adalah berdasarkan objektif kajian. Matlamat kajian adalah untuk mengenal pasti impak terhadap penggunaan perisian BIM, cabaran dalam melaksanakan perisian BIM bagi penggiat industri dan Langkah-langkah yang boleh digunakan dalam meningkatkan kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan.

4.1 Profil Responden

Profil responden merangkumi maklumat mengenai jawatan yang disandang dan pengalaman kerja yang disandang oleh responden. Jadual 3 mengandungi maklumat tentang latar belakang responden.

Jadual 3: Profil Responden

Responden	Jawatan	Sektor	Syarikat	Tahun Pengalaman bekerja
R1	Ketua jabatan BIM	Pemaju BIM	A	12
R2	Ketua Pegawai Eksekutif	Professional AEC	B	25
R3	Jurutera	Professional AEC	C	4
R4	Arkitek	Professional AEC	D	8
R5	Arkitek	Professional AEC	E	10

Jadual 3 menunjukkan setiap syarikat diwakili oleh jabatan pengurusan atau pihak yang bertanggungjawab. Berdasarkan Jadual 3, syarikat A adalah pemaju BIM, manakala yang lain (B, C, D dan E) berada dalam industri AEC. Kesemua responden, seperti yang dinyatakan sebelum ini, adalah dari Kuala Lumpur dan Selangor. Kesemua mereka berdaftar dengan Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB) dan Institut Arkitek Malaysia (PAM).

4.2 Impak terhadap pelaksanaan BIM kepada industri pembinaan

Jadual 4 mengenal pasti impak pelaksanaan perisian *Building Information Modeling* (BIM) terhadap projek pembinaan. Antaranya impaknya adalah termasuk visualisasi lukisan yang lebih baik, berkolaborasi dan berkomunikasi, platform tunggal bagi persekitaran BIM, dan BIM meningkatkan produktiviti projek pembinaan. Jadual 4 menunjukkan hasil analisis faedah mengamalkan komunikasi kolaboratif dalam pelaksanaan BIM untuk projek pembinaan.

Jadual 4: Impak terhadap pelaksanaan perisian BIM

Impak	Responden				
	R1	R2	R3	R4	R5
Visualisasi projek BIM yang lebih baik	√	√	√	√	√
Berkolaborasi dan berkomunikasi	√	√	√	√	√
Platform tunggal bagi persekitaran BIM	√	√	√	√	√
Meningkatkan produktiviti projek pembinaan	√	√	√	√	√

(a) Visualisasi projek BIM yang lebih baik

Menurut Goh *et al.* (2014), BIM berguna dalam menyediakan visualisasi yang lebih baik dalam lukisan, yang meningkatkan kualiti projek secara keseluruhan. Mengikut keseluruhan maklum balas responden dalam Jadual 4.2, R3, R4, dan R5 mempunyai jawapan yang sama. Mereka bersetuju bahawa visualisasi projek yang lebih baik dengan BIM akan memberi manfaat kepada kemahiran banyak pihak yang terlibat dalam projek pembinaan. Ini kerana BIM membenarkan pasukan projek yang tidak dapat membaca dan memahami maklumat mengenai lukisan 2D untuk membayangkan dan menggambarkannya menggunakan model 3D. Ini akan menghasilkan penghantaran projek yang tepat mengikut permintaan Pelanggan. Kenyataan ini disokong oleh Samimpay dan Saghatforoush (2020), yang melaporkan bahawa BIM menyumbang kepada penjelasan yang lebih baik tentang konsep projek, menghasilkan produk akhir yang memuaskan hati majikan. Tambahan pula, responden menyatakan bahawa visualisasi 3D akan memudahkan pasukan projek menerima dan mengenali reka bentuk dalam bentuk bangunan sebenar, yang akan meningkatkan koordinasi antara peserta. Ini turut disokong oleh Samimpay dan Saghatforoush (2020), yang melaporkan bahawa BIM meningkatkan penyelarasan dan penyepaduan antara pasukan reka bentuk, pembinaan dan logistik.

(b) Berkolaborasi dan berkomunikasi

Seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4, faedah BIM untuk berkolaborasi dan berkomunikasi mempunyai tiga persepsi berbeza dalam kalangan responden, yang terdiri daripada memudahkan proses kerja responden, meningkatkan kualiti maklumat dan dokumentasi dalam projek pembinaan, dan sebagai alat untuk semak silang. R1 menghubungkan bersepadu BIM dengan keupayaan untuk memudahkan proses kerja semasa pengukuran kerja pembinaan kerana model boleh dikira terus daripada model BIM. Pernyataan ini serupa dengan apa yang Goh *et al.* (2014) melaporkan, di mana BIM adalah platform yang sesuai untuk BQ dan kerja berlepas semasa fasa dokumentasi. Berikutan itu, dua orang responden (R3 dan R4) memberikan respons yang sama terhadap persepsi penambahbaikan kualiti maklumat dan dokumentasi dalam projek pembinaan. Menurut R3, BIM boleh membantu peserta mendapatkan

gambaran keseluruhan butiran projek kerana maklumat yang diberikan oleh BIM adalah jelas dan seragam. Tambahan pula, maklum balas R4 menunjukkan bahawa keupayaan BIM untuk menjana maklumat grafik membantu peserta projek dalam mengenal pasti hasil reka bentuk dan perancangan projek. Kajian terdahulu yang dilaporkan oleh Van Berlo dan Natrop (2015) mengesahkan kenyataan responden, menyatakan bahawa BIM digunakan untuk menjana lukisan yang disesuaikan dengan tugas pekerja di tapak. Ini adalah untuk memastikan pekerja tapak mempunyai semua maklumat yang mereka perlukan untuk menyelesaikan tugas mereka. Hasilnya, pendekatan BIM telah berjaya mewujudkan alat komunikasi yang berkesan antara pekerja binaan dan pengurusan pejabat tapak. R2 dan R5 keduanya percaya bahawa kaedah pelaksanaan tradisional masih penting dalam amalan kerja semasa mereka jika dibandingkan dengan kolaborasi dan komunikasi berasaskan BIM. Walau bagaimanapun, R2 memberikan perspektif ketiga tentang cara berkolaborasi dan berkomunikasi BIM memberi manfaat kepada projek pembinaan. R2 mencadangkan agar pelaksanaan BIM digunakan untuk mengesahkan atau menyemak silang kerja yang dilakukan menggunakan kaedah tradisional.

(c) Platform tunggal bagi persekitaran BIM

Mengikut keseluruhan maklum balas dalam Jadual 4, responden bersetuju bahawa platform persekitaran tunggal BIM membantu meningkatkan kualiti maklumat dalam perisian BIM dalam kalangan penggiat industri dalam projek pembinaan. R2 mendakwa bahawa ia boleh mengurangkan risiko ketidaktepatan reka bentuk, mengakibatkan lebih sedikit percanggahan. Menurut R5, BIM juga membantu dalam perkongsian maklumat dan meningkatkan pemahaman peserta projek tentang objektif projek. R4 juga bersetuju bahawa BIM boleh membantu dalam penyelarasan semua kerja di tapak pembinaan, dengan itu mengurangkan konflik kerja pembinaan. Ini sama dengan kajian terdahulu oleh Goh *et al.* (2014), yang melaporkan bahawa BIM membantu dalam proses pengurusan dalam industri pembinaan. Ini konsisten dengan penyelidikan terdahulu oleh Goh *et al.* (2014), yang mendapati bahawa BIM membantu memudahkan proses pengurusan dalam industri pembinaan dan meningkatkan komunikasi di kalangan peserta projek yang berpusat dalam sistem BIM. Tambahan pula, R1 dan R3 menunjukkan bahawa fungsi BIM sebagai satu platform persekitaran adalah berfaedah untuk memastikan maklumat disusun dengan baik, untuk meningkatkan kualiti maklumat, dan untuk membolehkan akses yang lebih mudah kepada maklumat oleh semua pihak yang terlibat dalam projek. Hewage dan Ruwanpura (2015) mengesahkan kenyataan responden, mendakwa bahawa pelaksanaan BIM telah menyelesaikan masalah peserta di tapak yang tidak dapat dengan mudah mendapatkan pengurusan bahan, demo kerja, dan lukisan yang dikemas kini daripada pasukan reka bentuk.

(d) Meningkatkan produktiviti projek pembinaan

Mengikut Jadual 4, hampir kesemua responden bersetuju bahawa kemahiran berasaskan perisian BIM meningkatkan produktiviti projek pembinaan. R1 dan R3 mempunyai pandangan yang sama tentang bagaimana BIM boleh meningkatkan produktiviti projek pembinaan. Oleh kerana fungsi BIM adalah berdasarkan perisian kolaboratif, proses membuat keputusan boleh dipendekkan, membolehkan perancangan pembinaan yang lebih berkesan. Tambahan pula, R2 lebih suka perbincangan bersemuka dalam masa nyata semasa proses membuat keputusan kerana lebih cekap. Namun begitu, R2 menjelaskan bahawa BIM masih boleh digunakan untuk semakan percanggahan, semakan silang, pemberitahuan maklumat apabila perubahan berlaku dan penyimpanan data. Tambahan pula, R4 mencadangkan bahawa BIM adalah penyelesaian terbaik kepada masalah yang berkaitan dengan penyelarasan kerja pembinaan yang kompleks dan mengelirukan. Menggunakan BIM Tidak akan berlaku pertembungan kerja atau pelanggaran di tapak kerja dengan BIM. Pernyataan ini disokong oleh Kiviniemi dan Codinhoto (2014), yang menyatakan bahawa BIM telah menjadi alat untuk membolehkan produktiviti yang lebih tinggi dengan menambah baik pengurusan maklumat dalam projek pembinaan, membolehkan lebih banyak kerjasama dalam industri AEC yang berpecah-belah. R5, sebaliknya, mengaitkan situasi pandemik semasa dengan isu produktiviti dalam industri pembinaan, memetik fakta bahawa banyak organisasi mesti mengurangkan tenaga kerja mereka untuk mematuhi Prosedur Operasi

Standard (SOP). Walaupun BIM digunakan dalam pembinaan, ia akan menghalang proses membuat keputusan dan aliran maklumat jika tenaga kerja tidak mencukupi.

4.3 Cabaran yang dihadapi oleh penggiat industri pembinaan dalam penggunaan perisian BIM

Berdasarkan Jadual 5, R1 berpendapat bahawa kekurangan panduan yang komprehensif tentang penggunaan BIM merupakan satu cabaran yang menyumbang kepada kekurangan teknologi yang diterima pakai secara meluas hari ini. Kontraktor dan pemaju tidak mempunyai garis panduan atau piawaian yang jelas untuk melaksanakan BIM dalam bidang penyelenggaraan bangunan. Tambahan pula, tiada satu sistem yang lengkap dan menyeluruh yang boleh membantu kumpulan penyelenggaraan dalam merancang, menjalankan, mengawal, dan mengukur prestasi penyelenggaraan sesebuah organisasi (Mohd, 2015). R2 dan R4 menyatakan antara kesukaran yang mereka hadapi ialah kekurangan kerja untuk melaksanakan BIM dalam kerja-kerja penyelenggaraan bangunan. Teknologi BIM masih dianggap baru, dan hanya sedikit orang yang menyadarinya atau menggunakannya. Tambahan pula, tidak banyak institusi pendidikan yang memasukkan pendedahan BIM dalam kurikulum mereka. Tambahan pula, latihan atau kursus penggunaan BIM masih kurang dan jarang dilakukan, menyebabkan tidak ramai yang mengetahui teknologi BIM ini (Mohd Tahir, 2018).

Jadual 5: Cabaran terhadap pelaksanaan perisian BIM

Cabaran	Responden				
	R1	R2	R3	R4	R5
Kos perisian (software) BIM yang tinggi	√	√	√	√	√
Kurang tenaga kerja mahir		√		√	
Masalah pengendalian maklumat			√		
Tiada panduan yang lengkap terhadap penggunaan BIM	√				

Menurut R3, cabaran dalam pelaksanaan BIM adalah berkaitan dengan isu pengendalian maklumat. Data yang tidak berstruktur atau tidak teratur semasa proses penyerahan merumitkan kawalan maklumat dan, akibatnya, menghalang operasi penyelenggaraan. Merekod maklumat pemeriksaan bangunan secara manual juga menyukarkan pemeriksa bangunan untuk menentukan kecacatan dan kerosakan bangunan dengan tepat. Faktor kerumitan inilah yang menyukarkan membangunkan sistem pengurusan pemeriksaan bangunan am. Ini disokong oleh Chanter dan Swallow (2007), yang menyatakan bahawa kerja pemeriksaan dan penyelenggaraan bangunan adalah rumit kerana struktur bangunan yang terdiri daripada susunan sistem dan subsistem yang kompleks. Malah bangunan tidak dibina dengan komponen dan elemen yang sama. Cabaran terakhir ialah kos tinggi perisian BIM. Cabaran utama, menurut semua responden, adalah kos pelaksanaan BIM. Mereka mesti menanggung kos untuk memperoleh perisian (perisian) yang diperlukan untuk melaksanakan BIM dalam kerja mereka. Tambahan pula, dana harus diperuntukkan untuk melatih kakitangan tentang cara menggunakan perisian tersebut. Bagi mereka, kerana jumlah wang yang perlu diperuntukkan adalah besar. Mengenai kos ini, sektor kerajaan memberi bantuan kepada sektor berkaitan dalam mendapatkan BIM melalui subsidi. Bagi pihak swasta, perisian BIM ini terpaksa dibeli dengan wang sendiri. Walaupun pemaju dan kontraktor swasta tidak mahu menggunakan BIM, mereka mesti. Bagi pihak swasta, perisian BIM ini terpaksa dibeli dengan wang sendiri. Walaupun pemaju atau kontraktor di sektor swasta tidak mahu menggunakan BIM, mereka mesti berbuat demikian kerana persaingan yang semakin meningkat di kalangan syarikat pembinaan dan memastikan syarikat mereka kekal relevan dalam industri pembinaan. Revit Structure dan Navisworks, serta penggunaan teknologi maklumat, membolehkan mereka bersaing dengan orang lain. Oleh itu, maklumat yang diperolehi menyatakan bahawa terdapat halangan dan kekangan dalam pelaksanaan perisian dalam perisian BIM untuk terus menjadi teknologi yang memberi manfaat kepada industri pembinaan.

4.4 Langkah meningkatkan kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan

Jadual 6 menunjukkan beberapa cadangan daripada responden dari segi meningkatkan kemahiran perisian BIM dalam industri pembinaan. Langkah-langkah yang harus dipraktikkan adalah pendedahan mengenai BIM, Latihan berkaitan BIM dan penyediaan garis panduan berkaitan Berdasarkan Jadual 6 langkah pertama ialah pendedahan BIM. Menurut R1, penggunaan perisian BIM dalam pembinaan adalah jauh lebih rendah di negara membangun berbanding di negara maju. Ini disebabkan kontraktor dan pemaju kurang arif dengan konsep BIM dan faedah penggunaannya. Pendedahan BIM boleh dicapai dengan menjalankan program atau kempen untuk menarik minat pihak berkepentingan industri pembinaan dalam penggunaan BIM dalam pembinaan. Perkara ini turut dinyatakan dalam Berita Harian (2019), iaitu mewujudkan Pusat myBIM sebagai pusat rujukan, serta sokongan, perkhidmatan, dan pembinaan.

Jadual 6: Langkah-langkah meningkatkan kemahiran perisian BIM

Langkah	Responden				
	R1	R2	R3	R4	R5
Pendedahan mengenai BIM	√				
Latihan berkaitan BIM	√	√	√	√	√
Penyediaan garis panduan berkaitan pelaksanaan BIM		√			

Kesemua responden iaitu R1, R2 R3, R4 dan R5 menyatakan bahawa latihan diperlukan untuk menggunakan BIM dalam pengurusan penyelenggaraan. Latihan BIM adalah kritikal dalam industri pembinaan tempatan untuk menampung tenaga kerja mahir yang menggunakan BIM dan untuk mengembangkan penggunaan BIM. Cadangan ini boleh dilaksanakan dengan bantuan kerajaan dengan memperhatikan dana untuk menyediakan latihan BIM kepada peserta industri. Dengan cara ini, ia juga mampu membekalkan tenaga kerja mahir, seterusnya meningkatkan pendedahan BIM. Menurut Latiffi *et al.* (2016), latihan berkaitan BIM yang merangkumi semua fasa projek pembinaan diperlukan untuk menyediakan pemain industri kefahaman dan kesedaran tentang peranan BIM dalam semua proses projek pembinaan. Seterusnya, R2 menyatakan perlunya satu garis panduan berkaitan pelaksanaan BIM dalam aspek pengurusan penyelenggaraan bangunan yang boleh digunakan oleh pengurus fasiliti dan pemilik bangunan sebagai rujukan dan panduan. JKR misalnya telah mengeluarkan garis panduan pelaksanaan BIM dalam projek kerajaan. Garis panduan JKR merupakan dokumen yang dijadikan rujukan di peringkat jabatan. Garis panduan juga boleh membantu kontraktor dan pemilik bangunan dalam penggunaan BIM dalam pembinaan. Seterusnya, garis panduan ini boleh digunakan untuk menilai tahap penyelenggaraan yang dilakukan bagi meningkatkan kualiti penyelenggaraan (JKR, 2014).

5.0 Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini telah mengetengahkan penggunaan perisian BIM dalam projek pembinaan Malaysia, serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk memastikan perisian ini digunakan secara meluas dalam industri pembinaan Malaysia. Selain daripada kontraktor, data yang diperoleh daripada kajian ini juga merangkumi peranan CIDB dan JKR dalam meletakkan garis panduan baharu kepada pemain industri pembinaan Malaysia, serta maklum balas daripada pelanggan projek pembinaan, arkitek, dan jurutera dalam mengendalikan perisian ini. Berdasarkan pernyataan masalah tertentu yang diketahui, keberkesanan penggunaan perisian BIM seperti Revit atau Naviswork berbanding kaedah tradisional seperti perisian AutoCAD telah dinilai. Akhir sekali, bagi memberikan kaedah terbaik dalam jangka masa panjang. Akhir sekali, untuk cadangan jangka panjang, sediakan kaedah terbaik dalam mengkaji keberkesanan perisian BIM dalam industri pembinaan Malaysia. Tentukan langkah yang boleh diambil untuk menggalakkan penggunaan perisian BIM dalam industri pembinaan Malaysia. Dalam industri pembinaan, bandingkan keberkesanan BIM dengan kaedah tradisional.

Penghargaan

Pengkaji ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia dengan sokongan yang diberikan.

Rujukan

- Amri, S. A., & Ishak, S. R. (2015, Jun 13). Transformasi sektor pembinaan. *My Metro*.
- 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.
- Burns, N. &. (2012). *The practice of nursing research: Conduct, critique, and utilization* (5th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Berita Harian. (2019, Mei 18). CIDB cadang projek swasta tertentu guna BIM. *BH Online*.
- Berita Harian. (2016, Mei 19). CIDB sasar 1,000 kontraktor guna teknologi BIM. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2016/05/155280/cidb-sasar-1000-kontraktor-guna-teknologi-bim>. *BH Online*.
- CIDB (2013). *Workshop of BIM Portal and Collaboration Platform for Affordable BIM, 9th-11th January 2013*, Holiday Inn Glenmarie, Shah Alam, Selangor. Kuala Lumpur: CIDB Internal Reports
- Chanter, B., & Swallow, P. (2007). *Building Maintenance Management*. Oxford: Blackwell Publishing
- Desai, V. (2013). Functional Suitability of BIM Tools in Pre-Construction, Construction and Post-Construction Phases of a Building Project. *International Journal of 3-D Information Modeling*, 2(2), 30-44.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Enshassi, A. A., Abu Hamra, L., & Alkilani, S. (2018). Studying the Benefits of Building Information Modeling (BIM) in Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry in the Gaza Strip. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 12(1), 87-98.
- Gardezi, S., Shafiq, N., & Khamidi, M. (2013). Prospect of Building Information Modelling (BIM) in Malaysian Construction Industry as Conflict Resolution Tool. *Journal of Energy Technologies and Policy*, 3(11), 346-350.
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1046-1053.
- Goh, K. C., Goh, H. H., Toh, S. H., and Ang, S. E. P. (2014). Enhancing Communication in Construction Industry through BIM,” in *11th International Conference on Innovation and Management, 2014*, pp. 313–324.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM And Construction Management*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Ibrahim, H. S., Hashim, N., & Ahmad Jamal, K. (2019). The Potential Benefits of Building Information Modelling (BIM) in Construction Industry. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 385, pp. 1-10. *IOP Publishing Ltd*.
- Ismail, R. M. (2015). Supplier-contractor partnering impact on construction performance: A study on Malaysian construction industry. *Journal of Economics, Business and Management*, 3(1), 29-33. doi:10.7763/JOEBM.2015.V3.150
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2021). <https://www.dosm.gov.my/>
- Jang, S., Jeong, Y., Lee, G., & Kang, Y. (2019). Enhancing Subcontractors' Participation in BIM-Based Design Coordination under a DBB Contract. *Journal of management in engineering*, 35(6), 04019022.
- Kiviniemi, A., & Codinhoto, R. (2014). Challenges in the implementation of BIM for FM—Case Manchester Town Hall complex. In *Computing in Civil and Building Engineering* (2014) (pp. 665-672).
- Latiffi, A. A., Kasim, N., Mohamad, S., & Fathi, M. S. (2013). Building Information Modelling (BIM) application in the Malaysian construction industry. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2(4A), 1-6.
- Memon, A. H., Rahman, I. A., Memon, I., & Azman, N. I. (2014). BIM in Malaysian construction industry: status, advantages, barriers and strategies to enhance the implementation level. *Journal of Applied Science, Engineering and Technology*, 8(5), 606-614. doi:10.19026/rjaset.8.1012

- Mohammad, W. N., Abdullah, M. R., Ismail, S., & Takim, R. (2018). Building Information Modeling (BIM) adoption challenges for contractor's organisations in Malaysia. *Proceedings Of The 3rd International Conference On Applied Science And Technology*. AIP Publishing.
- Mohandes, S. R., Marsono, A. K., Omrany, H., Faghirinejadfard, A., & Mahdiyar, A. (2015). Comparison Of Building Existing Partitions Through Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Teknologi*, 75(1). <https://doi.org/10.11113/jt.v75.3668>
- Mohd, S. (2015). Building Information Modelling (BIM) Implementation Model. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Master Thesis.
- Mohd Tahir, M. A. (2018). *Ucapan Perasmian Sempena Hari Inovasi Jabatan Kerja Raya (JKR) Tahun 2018*. Hotel Grand Renai, Kota Bharu, Kelantan. JKR
- Musa, S., Marshall-Ponting, A., Nifa, F. A. A., & Shahron, S. A. (2018, September). Building information modeling (BIM) in Malaysian construction industry: Benefits and future challenges. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2016, No. 1, p. 020105). AIP Publishing LLC.
- Nuaraina. (2017). Instrumen kajian instrumen merupakan satu alat. Retrieved from CourseHero.com: <https://www.coursehero.com/file/p212cv6/INSTRUMEN-KAJIAN-Instrumen-kajian-merupakan-satu-alat-yang-digunakan-oleh/>
- Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., & Al-Bared, M. M. (2021). The level of Building Information Modelling (BIM) implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455-463.
- Rashidi, M. N., Begum, R. A., Mokhtar, M., & Pereira, J. J. (2014). Pelaksanaan Analisis Kandungan Sebagai Metodologi Kajian bagi Mengenalpasti Kriteria Pembinaan Lestari (Implementation of Content Analysis as Research Methodology for Identifying Criteria for Sustainable Construction). *Journal of Advanced Research Design*, 1, 18-27
- Samimpay, R., & Saghatforoush, E. (2020). Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 10(2), 123-140
- Sinoh, S. S., Ibrahim, Z., & Othman, F. (2020). Review of BIM literature and government initiatives to promote BIM in Malaysia. *1st Borneo Building Information Modelling Symposium*. 943, pp. 1-12. Miri, Sarawak: IOP Publishing Ltd.
- Wei, A. N., & Mydin, M. O. (2017). Potential and Benefits of Building Information Modeling (BIM) During Pre-Construction. *Construction. Analele Universității "Eftimie Murgu" Reșița*, 429-438.
- Wong, S. Y., & Gray, J. (2019, April). Barriers to implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian construction industry. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 495, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Yaakob, M., James, J., Mohd Nawawi, M., & Radzuan, K. (2018). A study on benefits and barriers of implementing Building Information Modelling (BIM) in Malaysian Construction Industry. *Proceeding of the International Conference o Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 2942-2848). Paris, France: IEOM Society International.
- Van Berlo, L.A., and Natrop, M. (2015). BIM on the construction site: providing hidden information on task specific drawings. *Journal of information technology in construction (ITcon)*, 20 (7), 97-106.
- Zahrizan, Z., Nasly, Ali, M., Haron, A. T., Ponting, A. M., & Hamid, Z. (2013). Exploring the Barriers and Driving Factors in Implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian Construction Industry: A Preliminary Study. *The Institution of Engineers*, 75(1), 1-10.