

Cabaran Pelaksanaan Model Maklumat Bangunan (BIM) dalam Fasa - Fasa Projek Pembinaan di Malaysia

Challenges of Building Information Model (BIM) Implementation in Phases of Construction Projects in Malaysia

Sofiah Ibrahim¹, Mohd Yamani Yahya^{1,*}

¹ Jabatan Pengurusan Pembinaan,
Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat,
Johor, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: yamani@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.02.057>

Maklumat Artikel

Diserah: 30 September 2024
Diterima: 1 November 2024
Diterbitkan: 1 Disember 2024

Kata Kunci

BIM, Fasa-Fasa, Cabaran, Peranan
Profesional, Industri Pembinaan

Abstrak

Model Maklumat Bangunan (BIM) merupakan satu proses yang menyokong transformasi proses reka bentuk pembinaan dan berupaya membantu meningkatkan kualiti reka bentuk, mengurangkan konflik serta mengurangkan kerja semula. Walaubagaimanapun, kurang pemahaman BIM menyebabkan kerja di tapak bina memakan masa untuk disiapkan, malahan asimetri maklumat yang bermaksud reka bentuk tidak dapat dicapai apabila satu pihak lagi tidak memahami, akibatnya pembinaan tidak dapat mencapai kepuasan. Justeru itu, mengakibatkan produktiviti, kos, dan kualiti projek memberi kesan kepada pembangunan dan melambatkan daya saing. Oleh yang demikian, objektif kajian ini dilakukan untuk mengenalpasti fasa-fasa pembinaan yang melaksanakan BIM, serta cabaran pelaksanaannya. Seterusnya peranan golongan profesional dalam membantu penambahbaikan cabaran pelaksanaan BIM juga dikaji. Bagi mencapai objektif, kajian ini dijalankan menggunakan kaedah kualitatif iaitu temubual semi-struktur bersama arkitek, kontraktor, jurukur bahan dan pengurus projek di sekitar Kuala Lumpur untuk mendapatkan maklumat bagi penyelidikan ini. Dapatan kajian menunjukkan fasa pasca pembinaan merupakan fasa utama pelaksanaan BIM. Manakala cabaran utama pelaksanaan ialah kos dan golongan profesional boleh membantu mengatasi cabaran dengan mengikuti latihan serta mempunyai maklumat yang tepat. Oleh itu pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan perlu diaplikasikan dengan lebih kerap serta memerlukan penglibatan pelbagai pihak untuk kemajuan dalam industri pembinaan negara.

Keywords

Abstract

BIM, Phases, Challenges, Role Professional, Construction Industry.

Building Information Modeling (BIM) is a process that supports the transformation of the building design process and can help improve design quality, reduce conflicts, and minimize rework. However, a lack of understanding of BIM causes delays in construction site completion. Additionally, information inconsistencies mean that the design cannot be achieved if one party does not understand, resulting in unsatisfactory construction outcomes. Consequently, this affects productivity, costs, and project quality, which impacts development and slows competitiveness. Therefore, the objectives of this study were to identify the phases of construction that implement BIM and the challenges associated with its implementation. Furthermore, the study examined the role of professionals in addressing the challenges of BIM implementation. To achieve these objectives, a qualitative method was used, specifically semi-structured interviews with architects, contractors, quantity surveyors, and project managers around Kuala Lumpur to gather information for this research. The study findings indicate that the post-construction phase is the primary phase of BIM implementation. The main challenge of implementation is cost, and professionals can help overcome this challenge by undergoing training and obtaining accurate information. Therefore, the application of BIM in the construction industry needs to be more frequent and requires the involvement of various parties to advance the development of the national construction industry.

1. Pendahuluan

Model Pembangunan Maklumat (BIM) adalah salah satu konsep penting dalam industri pembinaan di Malaysia. Semasa fasa pelaksanaan BIM berlangsung, melibatkan interaksi antara polisi, proses dan teknologi untuk menghasilkan suatu kaedah bagi mengurus kepentingan projek, di mana memerlukan perancangan strategik dari pelbagai aspek (Fadzil & Yahya, 2021). Kerajaan Malaysia, semakin menyedari kemajuan teknologi dalam pembinaan menjadi pemangkin dalam industri pembinaan (Aziz *et al.*, 2022). Pelaksanaan BIM banyak memberikan faedah yang amat ketara dalam sektor industri di Malaysia. Dalam kata lain, BIM merupakan satu kaedah, teknik suatu proses bagi melukis dan reka bentuk penggunaan sesuatu bangunan dengan menggunakan pendekatan teknologi. Menurut BIM merupakan suatu proses menghasilkan dan mengurus bangunan data semasa kitaran hidup pembinaan, di mana merangkumi sifat dan kualiti komponen bangunan serta digunakan untuk menggambarkan sekeluruhan kitaran hidup projek yang merangkumi pembinaan dan pengurusan fasiliti. Menggunakan kaedah kelebihan BIM pihak projek pembinaan mencari langkah untuk memperbaiki fasa pra pembinaan, pembinaan dan pasca pembinaan. Tambahan lagi, konsep BIM bukan lagi suatu perkara yang asing dalam industri pembinaan, pangkalan data dapat diintegrasikan untuk lebih mudah dikoordinasi, konsisten secara dalaman, dan maklumat dapat diambil kira dalam reka bentuk serta pembinaan. Pangkalan data yang dilakukan memiliki sebilangan besar daripada projek yang berlangsung seperti jumlah bahan, jenis bahan yang digunakan, tarikh pemasangan, peranan setiap sub-kontraktor dan sebagainya. Oleh yang demikian, BIM memiliki potensi besar bagi memudahkan proses pengumpulan dan penyimpanan data untuk suatu projek di mana dapat dijadikan sebagai sumber data projek.

1.1 Latar Belakang Kajian

Kepesatan teknologi adalah usaha daripada golongan profesional, membolehkan negara turut sama bersaing dengan negara lain (Durdyev *et al.*, 2022). Persekitaran berorientasikan teknologi serta kemajuan dalam maklumat dapat dilihat memberi impak terhadap cabaran kehidupan seharian manusia yang merangkumi nilai pemikiran, budaya, penghayatan agama dan corak kehidupan yang bersendikan adat. Malaysia juga semakin maju dengan arus pemodenan penggunaan teknologi, hasilnya telah berjaya mencipta dan melakukan inovasi, bahkan ia juga membantu dalam menjadi penentu dan pengerak kepada masa depan negara (Durdyev *et al.*, 2022). BIM menggunakan alat digital bagi menyatukan atau menggabungkan rekabentuk dan pembinaan di mana pelbagai pihak yang terlibat, bahkan ia juga merupakan alat yang digunakan untuk mengkolaborasikan rekabentuk. Walaubagaimanapun, model BIM memerlukan kontrak dengan tujuan untuk menyokong perkongsian liabiliti dalam kalangan pihak yang memainkan peranan dan bertanggungjawab (Gregory, 2011).

Perlaksanaan BIM di Malaysia mulai diperkenalkan oleh Pengarah Jabatan Kerja Raya pada awal tahun 2007. Merujuk Aziz *et al.*, (2022) setelah BIM diperkenalkan, kerajaan menyedari bahawa ia memberi impak yang positif dalam industri pembinaan, oleh yang demikian kerajaan mengambil langkah dengan memperkenalkan BIM. Seterusnya, kerajaan Malaysia menggalakan BIM digunakan dalam projek pembinaan kerana mampu mengatasi masalah pembinaan seperti pertembungan reka bentuk daripada profesional yang berbeza, kelewatan dan

melebihi kos pembinaan (Ruslan dan Yahya, 2022). Menurut Alfasasi (2020) dalam industri pembinaan banyak operasi melibatkan penggunaan teknologi yang menyumbang kepada pendapatan ekonomi dan pembangunan dalam negara. BIM berpotensi membantu organisasi untuk mengurus kerja dalam syarikat dengan lebih cekap. Kemudahan dalam penggunaan aplikasi BIM dalam pelbagai fasa termasuklah fasa perancangan, fasa pembangunan, fasa penyelenggaraan, fasa pengoperasian dan fasa keselamatan pekerja. Aplikasi BIM telah menjadi pendekatan kepada rujukan untuk maklumat berkaitan bangunan bagi kecekapan dan keberkesanan kerja (Saputra, 2019). Ia juga ditakrifkan sebagai proses bagi mengurus dan menyebarkan maklumat sepanjang pembangunan dan operasi reka bentuk bangunan.

1.3 Penyataan Masalah

BIM digunakan sebagai garis panduan bagi memudahkan proses pembinaan bangunan sehingga peringkat fasa akhir. Bahkan ia akan semakin memudahkan kefahaman pelbagai pihak terlibat seperti pihak arkitek, kontraktor, jurukur bahan, klien, mekanikal dan elektrik. Sistem BIM juga berupaya membantu dalam memperbaiki proses pembinaan, mengesan persilangan dan pengurusan logistik menjadi lebih baik (Khairudin dan Yahya, 2022). Menurut Khairudin dan Yahya (2022) kurang pemahaman menjadi penyebab timbulnya kejadian seperti kontraktor tidak dapat menyiapkan kerja di tapak bina sebagaimana yang telah dibincangkan, malahan bahan-bahan yang digunakan semasa dalam kerja pembinaan berkualiti rendah. Manakala menurut Maeni (2020) kekurangan data menjadi penghalang untuk melaksanakan BIM. Bahkan penggunaan BIM semakin kurang dilaksanakan dengan lebih menyeluruh. Akibat daripada tahap pemahaman kurang dan persepsi yang rendah terhadap perisian BIM, memberi kesan dalam mengimplementasikan BIM dalam pembinaan (Nizar, 2012). Selain itu kurang kakitangan terlatih, semasa fasa penyelenggaraan berlangsung juga menjadi isu, bagaimana kaedah BIM digunakan ketika dalam proses yang dilakukan secara konvensional atau manual, kekurangan teknologi dalam bidang ini menjadi kesulitan untuk menguruskan aktiviti penyelenggaraan (Latiffi *et al.*, 2020). Berkaitan dengan asimetri maklumat yang bermaksud reka bentuk tidak dapat dicapai apabila satu pihak lagi tidak memahami, akibatnya penyelenggaraan tidak dapat mencapai kepuasan (Maeni, 2020).

Justeru itu, pembinaan dalam negara akan semakin terus bergantung kepada teknologi luar berikutan kekurangan teknologi dalam industri pembinaan. Industri tidak dapat bergerak dengan sepenuhnya sekiranya masih mengharapkan bantuan teknologi luar dalam penerapan teknologi pembinaan. Ia juga mengakibatkan produktiviti, kos, kualiti projek yang memberi kesan kepada pembangunan dan melambatkan daya saing. Disebabkan kepesatan teknologi, BIM merupakan 4 metodologi baharu yang melibatkan penggunaan teknologi untuk meningkatkan kerjasama dalam industri pembinaan serta pengurusan dokumentasi. Pihak industri bukan sahaja perlu menaik taraf teknologi bahkan minda pekerja juga, hal ini kerana BIM merupakan garis panduan yang boleh dijadikan contoh apabila melakukan projek pembinaan. Kefahaman mengenai BIM semakin bertambah serta memperbaiki kualiti dan berkebolehan merancang untuk setiap peringkat dengan lebih logistik. Dalam pada itu, amalan mengadaptasikan BIM terbukti dapat dilihat keberkesannya.

1.4 Persoalan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk menjawab persoalan kajian berikut:

- i. Apakah fasa-fasa yang terlibat semasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia?
- ii. Apakah cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia?
- iii. Sejauh manakah peranan golongan profesional menambahbaik cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia?

1.5 Objektif Kajian

Terdapat tiga (3) objektif yang timbul dalam hasil kajian iaitu:

- i. Mengkaji fasa-fasa yang terlibat semasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia.
- ii. Mengenalpasti cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia.
- iii. Mengenalpasti peranan golongan profesional menambahbaik cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia.

1.6 Skop Kajian

Skop kajian ini menfokuskan kepada empat pihak yang terlibat dalam industri pembinaan iaitu arkitek, kontraktor, jurukur bahan dan pengurus projek, yang memberi tumpuan di sekitar kawasan Kuala Lumpur. Pemilihan responden ini berdasarkan kepada individu yang mempunyai pengalaman, pengetahuan dan memiliki kemahiran mengenai fasa-fasa pelaksanaan BIM. Maklumat akan dikumpul melalui temu bual bersama responden untuk mengenalpasti fasa-fasa yang terlibat semasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia. Kemudian data yang dikumpul dapat mengenalpasti cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia. Oleh yang demikian, maklumat berkaitan pelaksanaan dalam fasa-fasa akan dicapai

daripada pihak terbabit. Tambahan pula, data dan maklumat penting diselidik agar matlamat penyelidikan dapat menentukan untuk mengenalpasti permasalahan kajian.

1.7 Kepentingan Kajian

Kajian ini dijalankan untuk mengetahui cabaran fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia pada masa kini yang menjadi semakin pesat dan dapat memberikan manfaat kepada arkitek, kontraktor, pengurus projek dan jurukur bahan. Pelaksanaan BIM merupakan salah satu alternatif kerajaan untuk menangani apabila berlaku isu seperti isu kelewatan, pembaziran kualiti dan kos dalam industri (Haron *et al.*, 2017). Seterusnya bagaimana arkitek mengaplikasikan fasa-fasa pelaksanaan BIM semasa pembinaan berlangsung. Dengan menggunakan aplikasi BIM membantu dalam menambah baik reka bentuk projek, disamping penggunaan alat yang proaktif memudahkan lagi mengurus masalah yang timbul. Sehubungan dengan itu, untuk mengenal pasti fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia, membantu dalam menjadi garis panduan kepada pihak majikan agar dapat mewujudkan tempat kerja selesa. Sehubungan dengan itu, penyelidikan ini dijalankan agar pihak yang terlibat dalam industri pembinaan iaitu arkitek, kontraktor, jurukur bahan dan pengurus projek dapat mengembangkan dan memantapkan kerja di tapak pembinaan atau tempat kerja. Malahan memberikan pendedahan mengenai pendekatan baharu dalam menghadapi suatu situasi salah satunya kaedah reka bentuk berasaskan data (Zaker, 2019).

2. Kajian Literatur

2.1 Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM)

Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) semakin berkembang seiring dengan industri pembinaan, bahkan dianggap sebagai salah satu konsep teras dalam Industri 4.0. Walaubagaimanapun, pemahaman yang berbeza mengakibatkan berlakunya kegagalan dalam pelaksanaan BIM. Konsep BIM telah diperkenalkan sejak 1970 oleh Profesor Charles M. Eastman. Seterusnya pada tahun 2002 sebuah buku putih bertajuk Building Information Modelling telah diperkenalkan, kemudian tahun 2003 dibantu Jerry Laisern untuk dipopularkan serta membakukan istilah ini sebagai nama umum bagi representasi digital dari proses pembangunan. Semasa mengaplikasikan BIM bagi mendapatkan maklumat yang lebih relevan, beberapa organisasi mula merangka kerja dengan lebih khusus untuk mengembangkan perniagaan (Latiffi *et al.*, 2013).

BIM membawa maksud yang pelbagai dan berbeza salah satunya ialah berusaha untuk meningkatkan persefahaman secara konsisten di kalangan industri pembinaan (Doan *et al.*, 2019). BIM merupakan satu proses bermula dari peringkat awal sehingga akhir dalam organisasi dengan mengaplikasikan penggunaan bagi meningkatkan kecekapan dan keberkesanan dalam projek pembinaan. Menurut Latiffi *et al.*, (2020) BIM merupakan teknologi pemodelan yang dibantu komputer bagi menjana maklumat kemudian mengurus bangunan dengan proses menganalisis model maklumat bangunan. BIM juga membantu dalam mengurangkan pelaksanaan kerja yang berulang, ia berfungsi sebagai sumber pengetahuan untuk memudahkan pencarian maklumat iaitu ciri-ciri fizikal dan fungsi suatu kemudahan. Pangkalan data juga dapat diubahsuai bertujuan untuk menyelaraskan maklumat di semua bahagian serta maklumat bangunan boleh dikongsi dalam organisasi melalui teknologi yang digunakan. Seterusnya BIM juga adalah perisian sistem permodelan yang holistik dan berpontensi dalam memberikan gambaran serta maklumat dari sudut pandangan dalam fasa reka bentuk pembinaan bangunan. Penggunaan perisian BIM adalah salah satu cara untuk mengubah cara pengendalian kerja industri seni bina dengan kaedah yang tersendiri semasa kerja reka bentuk, pembinaan dan pengurusan bangunan. Ia juga dapat mengubah proses dan hasil menjadi lebih menarik dapat dilihat dari gambaran alam maya di mana merangkumi aspek pembinaan, serta sistem semakin memudahkan dalam kerja mereka bentuk (Latiffi *et al.*, 2013).

Menurut Autodesk (2020) dalam mengaplikasikan penggunaan BIM berupaya untuk mengemas kini reka bentuk elemen berdasarkan elemen bangunan yang hendak diguna, ia akan menambah baik kualiti reka bentuk bangunan sebelum dibina. Sehubungan dengan itu, mampu memaparkan visual realistik mengikut konsep pembinaan di mana dapat mengelakkan masalah koordinasi bangunan serta meminimumkan perubahan kerja. Oleh yang demikian, berdasarkan definisi di atas dapat dirumuskan model BIM membantu memudahkan perkongsian maklumat penting dalam organisasi industri pembinaan. Bahkan perubahan konsep dan komponen dalam bangunan dapat dilakukan bermula pada peringkat proses pembinaan sehingga selesai melaksanakan di tapak bina.

2.2 Peralatan BIM

Peralatan BIM dikategorikan kepada peranti dan perisian, di mana peralatan ini berfungsi sebagai panduan selama pada permulaan fasa dimulai dan tamat pembinaan. Firma-firma asing dan syarikat-syarikat multinasional berpeluang menjadi saluran untuk penggunaan teknologi dan pengetahuan ke negara-negara membangun (Osabute, 2013). Perubahan teknologi berupaya dalam mengurangkan masa bagi memproses data dan memudahkan penyampaian maklumat dalam golongan profesional. Perwakilan digital memudahkan

pemahaman dengan lebih baik yang kaya dengan data bangunan serta reka bentuk dapat diteroka dengan lebih mendalam semasa menjalankan analisis.

2.3 Peranti BIM

Model BIM adalah istilah kolektif yang digunakan bagi menjelaskan semua elemen yang digambarkan dalam program berasaskan komputer. Peranti mempunyai maksud yang pelbagai termasuklah Teknologi Realiti Maya atau dikenali sebagai *Virtual Reality* (VR), dan juga *Augmented Reality* (AR). Di mana dihasilkan menggunakan perkakasan seperti komputer agar lebih berfungsi. Penggunaan VR dipaparkan melalui skrin komputer dengan memasukkan maklumat tambahan seperti bunyi untuk menampakkan teknologi VR adalah satu model dunia sebenar. Tanpa penggunaan perkakasan, VR tidak dapat berfungsi seperti yang dirancang berkait dengan industri pembangunan, semasa fasa reka bentuk arkitek boleh mengaplikasikan VR bagi menarik minat klien dengan melihat pembinaan yang dilakukan. Ini adalah satu teknologi perkakasan yang membantu arkitek untuk memaparkan dengan lebih jelas, serta dapat mengubah, menilai dan melakar reka bentuk persekitaran maya bagi menyampaikan model reka bentuk seni bina dengan lebih unggul (Sampaio *et al.*, 2018).

2.4 Perisian BIM

Pelbagai perisian telah dicipta untuk membantu dalam industri pembinaan, setiap perisian memiliki fungsi tersendiri iaitu untuk mengurus aktiviti berlainan dalam projek pembinaan. Perisian Autodesk Revit adalah salah satu perisian yang terdapat dalam kaedah BIM yang mana digunakan untuk mereka bentuk sesebuah projek pembinaan. Tambahan pula perisian ini bertindak sebagai medium projek dalam menyelenggara, mengawal dan membuat tinjauan pembinaan. Menurut Latiffi *et al.*, (2013) Revit adalah salah satu alat yang disarankan oleh JKR untuk diaplikasikan dalam projek pembinaan dimana terdapat Revit Arkitek, Revit Struktur serta Revit Mekanikal dan Elektrikal. Aspek kegunaan BIM dapat merealisasikan proses pembinaan melalui simulasi 4D dan mengesan pertindihan. Menurut Robson dan Robinsom (2013) BIM merupakan perisian dengan teknologi tinggi bagi menyampaikan maklumat, bukan sahaja bertindak sebagai alat komunikasi dengan lain dalam penyampaian maklumat. Dalam industri pembinaan, perisian ini juga berpotensi meningkatkan kemahiran dan pengetahuan tentang penggunaan perisian BIM. Kebolehan organisasi dalam menyediakan latihan yang secukupnya membantu semasa melaksanakan kerja sedia ada dalam proses BIM.

Menurut Smith dan Tardif (2009) BIM adalah satu data elektronik mengandungi maklumat bangunan yang dapat diakses oleh mana-mana pihak seperti pemilik, arkitek, kontraktor ataupun pengurusan projek. Penambahan, pembuangan dan pencarian maklumat daripada model yang direka dapat dilakukan pada bila-bila masa. Oleh yang demikian, dengan adanya teknologi perisian BIM, ianya dapat memantapkan lagi kualiti penyampaian maklumat dengan lebih tepat dan terperinci serta mengurangkan salah faham atau salah bina dalam pembinaan. Bagi arkitek, alatan BIM yang sesuai digunakan adalah perisian BIM Arkitek, manakala bagi Jurutera struktur adalah Revit Struktur. Bagi Jurutera Mekanikal dan Elektrikal perisian yang sesuai digunakan ialah Revit MEP. Seterusnya, Juruukur Bahan menggunakan Cost-X sebagai alat BIM (JKR, 2013). Perisian ini merupakan platform bagi perekabentuk menguruskan dan menghasilkan model untuk projek rekabentuk arkitek, struktur bangunan serta sivil dan mekanikal.

Penggunaan perisian sangat membantu dalam suatu projek pembinaan. Alat perisian yang berbeza menyediakan cara yang berbeza dalam setiap penggunaan. Setiap perisian berfungsi untuk mengintegrasikan, mengedit dan menganalisis maklumat dan hasilnya adalah perubahan dalam struktur model (El Meouche, 2013). Kadar kebarangkalian reka bentuk ditentukan sendiri oleh klien ataupun arkitek sekiranya mempunyai cadangan khusus dan hasil berdasarkan kemahuan daripada klien. Kebolehan dalam menggunakan perisian mempunyai keperluan perkakasan yang berbeza di mana dapat menaiktaraf sepanjang proses berlangsung, seterusnya dapat digunakan dalam jangka masa panjang untuk projek akan datang.

2.5 Kelemahan Pelaksanaan BIM

BIM membantu projek bangunan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien sesuai dengan perancangan sehingga projek selesai. Walaupun penggunaan BIM telah banyak membantu dalam industri pembinaan, namun terdapat kelemahan yang menjadi faktor kegagalan dalam melaksanakan BIM. Isu-isu risiko dapat dikenalpasti, berikut terdapat beberapa kekurangan yang dihadapi oleh pengguna BIM dalam industri pembinaan.

2.5.1 Kurang Kepakaran

Di tapak bina memerlukan tenaga pakar agar dapat mengintegrasikan BIM dalam projek pembinaan dengan lancar. Pekerja yang tidak berpengalaman dan kurang kemahiran menyebabkan projek mengalami ketidakcekapan dalam proses pembinaan. Selain itu pemilik akan kehilangan keuntungan akibat peningkatan kos operasi serta mewujudkan persepsi teknologi sukar untuk diguna dan diterima pakai (Ruslan, 2022). Seiring dengan perkembangan teknologi yang lebih berinovasi di mana menghasilkan media visual secara efektif di mana

perisian sentiasa dinaiktaraf, oleh yang demikian proses pencarian maklumat secara berlanjutan dari segi penggunaan sumber yang tidak tepat dan pengumpulan maklumat yang tidak selari (Ruslan, 2022).

2.5.2 Kurang Kesedaran

Segelintir industri pembinaan masih mengamalkan kaedah tradisional kerana kurang pendedahan mengenai proses BIM. Mereka berpendapat bahawa kaedah tradisional lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan teknologi moden. Bahkan telah menjadi kaedah turun temurun sejak pada zaman dahulu lagi. Terdapat syarikat bimbang perubahan teknologi membawa kepada perubahan budaya dan lebih suka beroperasi secara tradisional dan bukannya melabur dalam melatih tenaga kerja sedia ada ataupun mengambil tenaga kerja baru untuk diselaraskan dengan pendekatan BIM (Ahuja *et al.*, 2020).

2.5.3 Kos Pembangunan

Menurut Fateh (2022) ramai pihak berkepentingan tidak mengambil berat tentang kekurangan pengetahuan, hal ini kerana mereka tidak dapat melihat permulaan dan kos lain berkaitan BIM. Bahkan juga menyatakan penggunaan teknologi BIM memerlukan kos yang tinggi. Sehubungan dengan itu pembelian teknologi bagi permulaan BIM memakan perbelanjaan kos permulaan yang sangat tinggi termasuklah kos tambahan lain seperti latihan dan pembangunan. Manakala menurut Enshassi *et al.*, (2019) pengenalan dan penggunaan teknologi BIM adalah sangat mahal, ramai jurutera dan pereka berpendapat bahawa potensi implikasi kos BIM tidak jelas disebabkan kos yang tinggi dianggap menjadi faktor penghalang kepada pelaksanaan BIM.

2.6 Kelebihan Pelaksanaan BIM

Dalam sektor pembinaan, kebanyakan negara telah mengimplementasikan BIM untuk faedah yang berharga dalam pembangunan (Irawan, 2015). Strategi pelaksanaan BIM memainkan peranan dalam pencapaian projek pembinaan. Strategi pelaksanaan yang diterapkan telah memberikan manfaat terhadap organisasi untuk mengenalpasti :

2.6.1 Mengurangkan Percanggahan Reka Bentuk

Penggunaan perisian BIM dalam bentuk maya dapat melihat semua lukisan sama ada lukisan 2D dan 3D, manakala manual operasi dan penyelenggaraan berfungsi menjadi maklumat projek Penyelarasan dalam sistem reka bentuk ralat atau percanggahan dapat dikenalpasti, jika pereka bentuk bangunan peka dan mengambil berat maka kadar kemungkinan kesalahan dalam reka bentuk tinggi. Ia juga mengesan pertembungan dan mengoptimalkan reka bentuk (Al-Ashmorim, 2020). Justeru itu, aplikasi BIM membantu dalam mengurangkan kesalahan dan ini akan mempercepatkan lagi proses pembinaan bagi keseluruhan projek.

2.6.2 Garis Panduan

Dengan adanya garis panduan, kaedah mengaplikasikan konsep BIM dapat dilaksanakan dengan lebih teratur. Faedah penggunaan BIM dapat dimanfaatkan sepenuhnya dalam sebuah projek pembinaan. Penambahbaikan dalam projek pembinaan dapat dilakukan dengan merujuk parancangan dan penjadualan BIM. Sehubungan dengan itu, menjelaskan keadah pelaksanaan BIM kepada perisian Autodesk yang merupakan platform diperuntukan untuk rekabentuk kejuruteraan dan lukisan (Taufiq, 2017).

2.6.3 Meningkatkan Produktiviti dan Kecekapan

BIM membantu dalam proses komunikasi semasa, menyediakan platform kerjasama dan menyokong kobilehoperasian antara pembinaan yang berbeza. Kerjasama ini meningkatkan produktiviti dan nilai projek pembangunan, kerana pertukaran data dan maklumat projek. Kini dengan pelaksanaan dan penerimaan BIM, kesulitan projek dapat dikurangkan secara drastik (Al-Ashmori, 2020).

2.6.4 Mengurangkan Kos

Seterusnya, BIM berpotensi untuk mengintegrasikan masa dan mengurangkan kos dalam pembinaan. Prestasi kos adalah salah satu kunci untuk mencerminkan pencapaian dalam projek pembinaan. Terdapat pelbagai faktor yang menyebabkan kerugian iaitu kemasukan balik data secara manual sehingga pembaziran masa pekerja dalam mencari maklumat yang sentiasa tiada (Brodt, 2013). Semasa dalam perancangan mereka bentuk projek, penjadualan kerja akan menetapkan kos pembinaan. Dapat dilihat apabila menggunakan perisian BIM, bagaimana kos dapat ditentukan dengan melakukan transformasi Pelan daripada dua dimensi (2D) kepada tiga dimensi (3D). Manakala pelan 4D bukan sahaja meningkatkan hasil lukisan bahkan meningkatkan maklumat dari segi kos dalam penghasilan dokumentasi. Penghasilan dalam bentuk video memaparkan perjalanan kerja dari awal sehingga siap dibina berdasarkan peringkat-peringkat dalam fasa pembinaan (Succar, 2009). Menurut Bryde *et al.*, (2013) setiap elemen dalam pembinaan penting kerana memerlukan penelitian dari segi tempoh masa bagi menentukan kos pemasangan dan keperluan bahan, tenaga kerja, struktur serta peralatom. Oleh yang demikian, maklumat

yang terperinci akan direkodkan dalam bentuk elektronik semasa penggunaan teknologi BIM yang membantu untuk tidak berlaku salah bina.

2.7 Pelaksanaan Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM)

Menurut Muhammad (2020) tahap pelaksanaan BIM dapat dikategorikan kepada beberapa peringkat, yang mana bergantung kepada kapasiti dan objektif sesebuah projek, pada peringkat ini menggunakan istilah BIM peringkat kematangan bermula dari Peringkat 0- Peringkat 3.

- i. Peringkat 0 BIM (Konvensional)
 - Proses dijalankan secara berasingan dan terpencil pada setiap disiplin kerja.
- ii. Peringkat 1 BIM (Pomodelan)
 - Menggunakan perisian pemodelan 3D berasaskan objek dalam setiap projek.
- iii. Peringkat 2 BIM (Kerjasama)
 - Menggunakan platform tertentu bagi perkongsian model di antara disiplin kerja.
- iv. Peringkat 3 BIM (Integrasi)
 - Proses lebih kurang sama seperti peringkat 2 akan tetapi di tambahbaik dalam menggunakan proses rangkaian.

Menurut Brydca *et al.*, (2013) bagi menyampaikan manfaat pelaksanaan secara berkesan, terdapat pelbagai penyelidikan yang muncul untuk menangani isu pelaksanaan pembangunan. Manfaat daripada penyelidikan dapat meningkatkan lagi komunikasi yang lebih pantas, alat pemodelan digital yang mantap, proses penyampai bersepadu dan lain-lain lagi, yang menjana hasil positif, kecekapan serta faedah yang tidak dijangka (McGraw Hill, 2014). Justeru itu, panduan BIM dapat menyusun perancangan pelaksanaan, di mana projek akan disatukan berdasarkan pelan kemudian proses akan dilaksanakan agar dapat diselaraskan dengan sewajarnya.

2.7.1 Fasa yang terlibat semasa Pelaksanaan BIM

Kajian ini melihat dari tiga (3) fasa iaitu fasa reka bentuk, pengoperasian dan penyelenggaraan, dalam industri projek pembangunan:

2.7.1.1 Fasa Reka Bentuk

Manual proses kerja BIM Jabatan Kerja Raya (JKR) dalam fasa rekabentuk adalah satu dokumen yang dijadikan sebagai rujukan di peringkat jabatan. Dokumen ini berasaskan perisian Autodesk yang menjadi platform pelaksanaan BIM di JKR, di mana akan menerangkan proses kerja BIM dengan lebih terperinci di dalam fasa reka bentuk (JKR, 2016). Menurut Khairul (2022) penggunaan BIM dalam reka bentuk adalah satu set data berstruktur yang menjelaskan setiap peringkat pembinaan sebagai permulaan produk, sebelum berlaku pemrosesan data bagi mewujudkan sebuah bangunan. Seterusnya mengurus, merancang perjalanan pembinaan, dan pada masa yang sama meningkatkan struktur komunikasi dengan lebih cekap dan berkualiti. Dalam setiap peringkat pembinaan, bahan yang digunakan, tenaga buruh serta kos bagi setiap elemen peralatan akan diambil kira seperti jentera yang digunakan (Aziz, 2022). Sehubungan dengan itu menurut Muhammad Ruzaini (2020) kegunaan BIM pada peringkat awal merupakan suatu projek iaitu perancangan dan juga kontrak di mana semua pihak yang terlibat dalam perlu menitikberatkan dan mengambil tahu khususnya bagi Jabatan BIM mahupun pasukan BIM untuk suatu projek yang berlangsung.

2.7.1.2 Fasa Pengoperasian

Kos peralatan merupakan cabaran pelaksanaan BIM, alat perkakasan seperti komputer perlu mempunyai "High Spec" dan "Graphic Card" yang tinggi untuk menampung penyimpanan data yang besar. Selain itu perisian BIM memerlukan peruntukan yang tinggi kerana perisian BIM memakan kos serat penggunaan data yang besar menyebabkan keperluan "Server" yang besar (Fadzil, 2021). Menurut Ruslan (2022) dokumentasi pelaksanaan BIM memberikan kelebihan dan digunakan dengan sebaik mungkin bagi memperbaiki fasa operasi kitaran hayat sesebuah fasiliti, hal ini akan mengelakkan sebarang percanggahan. Menggunakan bantuan BIM dalam fasa pengoperasian bangunan dapat mengurangkan kerugian dalam kos pembinaan (Lu *et al.*, 2021). Sehubungan dengan itu, akan menjimatkan masa sewaktu menyiapkan anggaran kos operasi. Menurut Rundell (2016) mencadangkan agar mengurangkan kos pembinaan dengan menggunakan maklumat bangunan berkualiti tinggi dalam proses reka bentuk BIM semasa fasa pengoperasian, di mana pada fasa ini mengambil masa yang agak lama serta kos yang tinggi dalam kitaran bangunan.

2.7.1.3 Fasa Penyelenggaraan

Fasa penyelenggaraan merupakan langkah penjagaan bangunan yang di definisikan sebagai satu proses dan perkhidmatan bagi melindungi, memelihara, meningkatkan dan merawat bangunan setelah pembinaan selesai. Pembinaan bangunan mempunyai piawai dan garis panduan yang ditetapkan untuk diikuti dalam memastikan

bangunan dapat berkhidmat mengikut fungsi tanpa mengganggu ciri dan kegunaan asasnya. Terdapat elemen BIM berfungsi untuk melakukan penyelenggaraan bangunan untuk tujuan untuk meningkatkan kualiti dan produktiviti penyelenggaraan bangunan (Mohd, 2015). Menurut Ruslan (2022) terdapat beberapa tujuan utama penyelenggaraan bangunan iaitu memenuhi syarat-syarat perundangan yang ditetapkan, memastikan bangunan sesuai dan selamat digunakan, bangunan lebih kondusif serta nilai kualiti bangunan tinggi agar jangka hayat fizikal bangunan bertahan dengan lebih lama. Penyelenggaraan adalah proses pembaikan atau penggantian peralatan yang telah rosak yang menunjukkan kemerosotan ketara ke atas sesuatu fasiliti. Penyelenggaraan berjadual akan dilaksanakan mengikut perancangan dalam sesuatu tempoh yang ditentukan (Burns, 2012).

Dalam fasa penyelenggaraan terdapat cabaran semasa pelaksanaan, permasalahan berlaku berpunca apabila, sewaktu bangunan dibina komponen elemen berbeza-beza. Selain itu, pemeriksaan secara manual menyukarkan dalam mencari kecacatan dan kerosakan bangunan secara tepat. Tambahan pula kos penggunaan peralatan BIM seperti Revit Struktur, Revit Arkitek dan Navis adalah sangat tinggi, bahkan kemahiran dalam mengendalikan teknologi tersebut berada pada tahap yang lemah (JKR, 2011). Oleh yang demikian, bagi meningkatkan kualiti penyelenggaraan bangunan dengan menggunakan BIM, ialah menyediakan Garis Panduan BIM dengan menjadikan sebagai satu dokumen yang menjadi rujukan di peringkat jabatan. Dokumen rujukan menjelaskan kaedah pelaksanaan BIM dalam sesebuah projek dan dipatuhi oleh semua pihak. Penyediaan dokumen berasaskan perisian Autodesk adalah salah satu platform pelaksanaan BIM di JKR (JKR, 2016). Garis bantuan yang disediakan dapat memberikan pemahaman lebih mengenai kaedah BIM. Sehubungan dengan itu, sesuatu projek dapat dilaksanakan dengan lebih teratur serta penggunaan BIM dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

2.8 Cabaran Fasa-Fasa Pelaksanaan BIM Dalam Industri Pembinaan di Malaysia

Sektor pembinaan merupakan salah satu sektor ekonomi Malaysia yang berkembang kepada industri pembuatan. Walaubagaimanapun untuk meningkatkan industri pembinaan ke tahap yang lebih tinggi bukan semudah yang dijangkakan. Terdapat beberapa cabaran fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam projek pembinaan yang dipengaruhi oleh pelbagai faktor.

2.8.1 Fasa Pembinaan- Proses Pemantauan

Dalam pelaksanaan sesuatu projek memerlukan proses pemantauan secara berterusan dan berkesan untuk memastikan projek berjalan mengikut tempoh masa yang diberikan. Jika keadaan ini dalam suatu keadaan yang sebenar, proses pengurusan projek tidak menepati masa, akan memakan masa lama sehingga ada yang mengalami kegagalan. Hal ini disebabkan pengurus sukar melakukan pemantauan projek yang sedang berlangsung, bahkan pengurus pembinaan perlu mempelajari dan mengaplikasikan BIM dalam industri pembinaan bagi menghadapi pembangunan (Nizar, 2019). Semasa fasa pelaksanaan penyelenggaraan, jika kontraktor gagal melakukan latihan penyelenggaraan sistem penghawa dingin mempengaruhi kerja dalam projek sehingga menyebabkan sistem tersebut rosak. Menurut Zavadskas (2006) kontraktor yang tidak mengambil berat dan bersikap sambil lewa di mana staf dalam organisasi tidak memiliki pengetahuan dan kemahiran mencukupi mengenai sistem penyaman udara mengakibatkan kegagalan dalam projek. Sehubungan dengan itu, pada peringkat awal keperluan untuk calon tidak diambil berat dan keutamaan tidak digariskan. Oleh itu, pemilik projek terpaksa menanggung kerugian yang banyak bagi mengatasi masalah tersebut (Fadzil, 2021).

2.8.2 Fasa Penyelenggaraan- Kurang Kemahiran

Sehubungan dengan itu, dalam fasa penyelenggaraan, jentera yang digunapakai dikeluarkan dari tapak, jika pengurus tapak tidak mengetahui jenis jentera dimana mana melibatkan kaedah pemilihan betul, yang merupakan masalah utama kerana ruang pembinaan terhad terutama di kawasan pusat bandar (Ruslan, 2022). Sekiranya berlaku kerosakan pada struktur binaan kontraktor juga terpaksa mengeluarkan kos tambahan berikutan situasi demikian, walaupun sebahagian besar projek berjalan dengan lancar, kadar kemungkinan pada fasa penutupan projek keadaan sukar untuk dilakukan. Menurut Yusoff (2022) kekurangan penglibatan dari keseluruhan organisasi disebabkan daripada kurang pengetahuan terhadap kepentingan pengurusan yang komprehensif, hal ini akan, mengakibatkan prestasi amalam penyelenggaraan bangunan tidak akan dapat dicapai berdasarkan piawai yang ditetapkan serta menyebabkan piawai penyelenggaraan bangunan akan semakin menurun. Kekurangan kemahiran dan pengetahuan akan menimbulkan isu terhadap masalah yang dihadapi semasa berlaku penyelenggaraan disebabkan tidak memahami persekitaran dan tidak mampu untuk mengolah strategi persekitaran untuk dilaksanakan dengan lebih teliti. Sehubungan dengan itu, pengurusan penyelenggaraan yang lemah turut memberi kesan yang melibatkan usia bangunan, reka bentuk serta cuaca yang menentukan tahap penyelenggaraan berlangsung. Keadaan dan reka bentuk bangunan yang usang mengakibatkan kesukaran mengesan kerosakan pada peringkat awal dan juga pelaksanaan penyelenggaraan yang tidak efisien (Yusof *et al.*, 2022).

2.8.3 Fasa Pengoperasian- Kos

Sehubungan dengan itu, dalam fasa pengoperasian, jentera yang digunapakai dikeluarkan dari tapak, jika pengurus tapak tidak mengetahui jenis jentera dimana mana melibatkan kaedah pemilihan betul, yang merupakan masalah utama kerana ruang pembinaan terhad terutama di kawasan pusat bandar (Abdullah, 2018). Sekiranya berlaku kerosakan pada struktur binaan kontraktor juga terpaksa mengeluarkan kos tambahan berikutan daripada situasi demikian, walaupun sebahagian besar projek berjalan dengan lancar, kadar kemungkinan pada fasa penutupan projek keadaan sukar untuk dilakukan. Selain itu pada fasa penyerahan juga mengalami kecacatan dan kerosakan di struktur bangunan sehingga menampakkan bangunan tidak sempurna. Menurut Fadzil (2021) hal yang lebih buruk apabila ketidakmampuan dalam pengurus fasiliti pada tahap pengoperasian bangunan di mana jumlah perbelanjaan tinggi sehingga dapat mengatasi bajet pengoperasian yang telah ditetapkan. Seterusnya, projek mempunyai siri-siri aktiviti yang dibahagikan kepada beberapa aktiviti kecil bertujuan untuk mencapai objektif dan tujuan dalam projek. Fasa pembinaan akan menetapkan satu tempoh masa tertentu untuk disiapkan, bermula dari permulaan projek sehingga berakhir. Kadar hayat telah ditetapkan mengikut setiap peringkat di mana memiliki aktiviti sendiri.

2.9 Peranan Golongan Professional dalam Penambahbaikan Cabaran Fasa-Fasa Pelaksanaan BIM

Golongan professional terdiri daripada pengurus projek, arkitek, kontraktor dan jurukur bahan. Golongan ini masing-masing memiliki peranan dan telah diamanahkan untuk memastikan sesuatu projek dapat disiapkan mengikut waktu yang telah ditetapkan serta memenuhi objektif projek pembinaan. Kegagalan dalam melaksanakan projek memberi impak dari segi sumber kewangan, masa, tenaga dan imej organisasi secara tidak langsung. Oleh yang demikian, golongan ini berperanan dalam memastikan kelancaran projek dapat dilaksanakan (Daud, 2017). Sebelum ini, semasa fasa reka bentuk memerlukan pelan lukisan dua dimensi (2D) daripada pelbagai pihak terlibat termasuklah arkitek dan jurutera pembinaan, maklumat-maklumat yang diterima berterabur sehingga sukar untuk difahami dan berlaku salah bina. Jurutera yang membina berpandukan pelan pembinaan yang diterima tanpa mengambil kira pelan kedudukan paip, saluran pembentung, saluran penyaman udara dan pelbagai lagi.

Apabila pembangunan telah siap, keadaan kedudukan paip tidak sesuai dengan saiz yang digunakan, oleh yang demikian semasa menghadapi situasi demikian, penyelenggaraan akan dilakukan, sehingga pada peringkat ini berlakunya pembaziran. Justeru itu, setelah BIM diperkenalkan kesalahan pelan dapat dikurangkan dan kemungkinan tiada masalah. Dalam fasa reka bentuk golongan professional iaitu arkitek menggunakan perisian BIM untuk mengaplikasikan dalam projek pembinaan. Walaupun arkitek kurang memiliki kemahiran dalam menggunakan perisian BIM, mereka boleh berpandukan buku BIM di mana terdapat beberapa langkah untuk meningkatkan kebolehan menggunakan perisian yang diperkenalkan (JKR, 2016). Menurut Manzoor (2021) semasa fasa pengoperasian berlangsung, pihak kontraktor sewajarnya sentiasa melawat dan mengawasi tapak bina. Pengawasan yang berterusan membantu untuk mencari risiko, kemudian mengenalpasti bahagian yang berpotensi membawa kepada risiko dan berupaya menghapuskan risiko tersebut. Pemantauan dan kawalan terhadap risiko bertujuan untuk mengawasi status dan mengambil langkah dengan melakukan penambahbaikan. Ini merupakan satu proses untuk menilai keberkesanan dan mengurangkan risiko, seterusnya mampu menyediakan maklumat serta melakukan pembuatan keputusan dengan lebih berkesan. Oleh yang demikian, semasa fasa pengoperasian melibatkan pemilihan strategi alternatif, melaksanakan pelan kontigensi mengambil tindakan pembedahan atau perancangan semula projek. Melakukan tindak balas perlu dilaporkan secara berkala kepada pengurus projek mahupun ketua pasukan untuk mengurangkan risiko sewaktu dalam fasa pengoperasian (Manzoor, 2021).

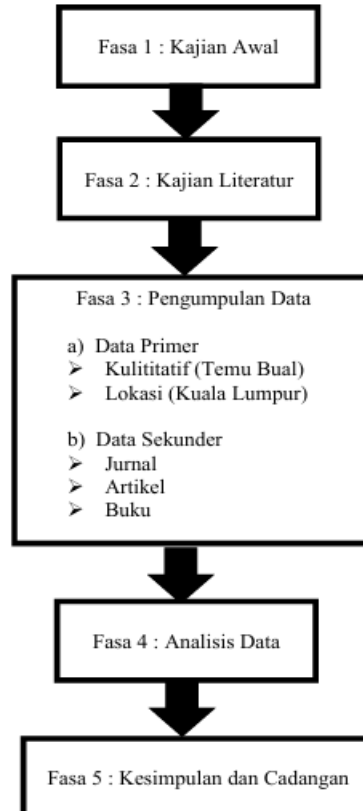
Selain itu, kelewatan, pembaziran bahan binaan dan projek dapat disiapkan dengan lebih awal. Pengurusan penyelenggaraan penting di mana memerlukan pelbagai kemahiran, pengetahuan teknikal dan pengalaman di tapak bina agar dapat mengenalpasti dan memenuhi kehendak penyelenggaraan. Bahkan dalam teknologi moden memerlukan pemahaman tinggi bagi memastikan projek tersebut berjaya dilaksanakan mengikut tempoh masa yang ditetapkan dengan kos yang diberikan. Dalam fasa ini pengurus projek dan pelaksana projek adalah individu yang memainkan peranan penting dalam pengurusan. Oleh itu setiap pengurus projek hendaklah sentiasa menggunakan pengurusan projek agar dapat memastikan projek berjalan sesuai dengan rancangan. Menurut Maeni (2020) mencadangkan untuk mengurangkan kos pengurusan fasiliti dengan menggunakan maklumat bangunan berkualiti tinggi dalam proses reka bentuk BIM semasa fasa penyelenggaraan dan pengoperasian, dimana pada peringkat ini mengambil masa yang agak lama serta memakan kos yang sangat tinggi dalam kitaran hidup sesebuah bangunan.

3. Kaedah Kajian

3.1 Rekabentuk Kajian

Dalam kajian ini menggunakan kaedah kualitatif di mana kutipan data akan dijalankan secara sesi temu bual dengan responden yang memegang jawatan berlainan dalam organisasi. Menurut Selvi (2019) kaedah kualitatif merupakan salah satu usaha untuk memahami dan mentafsirkan maksud suatu peristiwa, interaksi dan tingkah laku manusia dalam keadaan satu situasi. Penyelidikan yang menggunakan kualitatif bertujuan untuk memahami objek dengan lebih teliti secara mendalam serta mengembangkan konsep sensitiviti terhadap masalah yang dihadapi dan 26 mengembangkan pemahaman sama ada satu atau lebih dari situasi yang dihadapi. Oleh itu, boleh digunakan dalam pelbagai bidang dengan kebanyakan bentuk data kualitatif termasuklah data temu bual individu atau dalam satu kumpulan. Proses penyelidikan terbahagi kepada lima fasa, di mana setiap fasa akan menerangkan keseluruhan teknik dan aktiviti bermula dari peringkat awal hingga akhir iaitu latar belakang kajian, pernyataan masalah, persoalan kajian, matlamat kajian, skop kajian, metodologi kajian dan kepentingan penyelidikan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Fasa 1 bermula dengan menyiasat dan menilai tajuk dalam pernyataan masalah. Seterusnya, Fasa 2 adalah tinjauan literatur. Tajuk kajian yang dijalankan adalah fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia.

Pelbagai sumber maklumat boleh diperolehi dan dikumpul daripada tinjauan literatur melalui sumber seperti jurnal, artikel, kertas kerja dan buku berkaitan bagi mencapai penyelidikan objektif. Hasil daripada tinjauan dapat menghasilkan maklumat dengan lebih baik dan terperinci. Sehubungan dengan itu, Fasa 3 bagi kajian ini adalah kaedah pengumpulan data. Data boleh diperolehi dengan dua kaedah iaitu data primer dan data sekunder. Data primer terdiri daripada kaedah penyelidikan secara kualitatif, kuantitatif dan campuran. Manakala data sekunder, merupakan bahan yang dikumpul daripada pelbagai sumber seperti internet, jurnal, buku dan penerbitan penyelidikan. Temu bual bersama pihak terlibat salah satunya kontraktor yang memegang jawatan dalam syarikat pembinaan membantu dalam memahami dengan lebih baik nilai penyelidikan mengenai pelaksanaan fasa-fasa BIM dalam industri pembinaan. Seterusnya Fasa 4 iaitu analisis data dan keputusan. Hasil daripada temu bual bersama pihak kontraktor, arkitek dan juru ukur bahan digunakan untuk meneliti maklumat sebelum ini sama ada dalam bentuk teks atau media. Menggunakan kaedah ini, akan merujuk kepada persoalan penyelidikan. Kemudian maklumat yang diperolehi akan dianalisis dengan lebih terperinci serta data akan didedahkan berdasarkan setiap maklumat yang ada sekiranya berbeza pandangan. Fasa 5 ialah kesimpulan dan cadangan. Setelah tinjauan literatur data dikumpul kemudian dianalisis untuk diringkaskan lagi. Sekiranya terdapat beberapa cadangan akan diulaskan dalam penyelidikan. Rajah 1 menunjukkan proses daripada fasa pertama sehingga fasa akhir penyelidikan dan pelaksanaan kajian yang dijalankan seperti dibincangkan.



Rajah 1 Proses Metodologi Penyelidikan

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi merujuk kepada sekumpulan individu yang diambil daripada sampel yang memiliki maklumat untuk diselidik dan dikaji. Sasaran dan populasi kajian menfokuskan golongan profesional, dan sebanyak empat responden yang terdiri daripada golongan Arkitek, Kontraktor, Juruukur Bahan dan Pengurus Projek dalam industri pembinaan di Kuala Lumpur Malaysia. Manakala sampel adalah untuk memenuhi keperluan kajian, di mana teknik pensampelan digunakan iaitu proses temu bual dengan mengutarakan soalan kepada golongan profesional terlibat. Seterusnya proses perwakilan dipilih, setiap daripada responden akan diajukan soalan, setelah tamat sesi temu bual penyelidik akan meminta pendapat daripada responden sama ada soalan yang diberikan relevan ataupun tidak. Kemudian, maklumat yang telah diperoleh dianalisis untuk melihat sama ada terdapat berbezaan mahupun persamaan. Oleh yang demikian, penyelidikan dapat diseragamkan untuk dijadikan sebagai satu konsep BIM agar dapat diaplikasikan dalam industri pembinaan di Malaysia.

3.3 Pengumpulan Data

Instrumen kajian merupakan salah satu alat bagi memperoleh maklumat yang dikehendaki oleh penyelidik bagi mencapai objektif kajian. Instrumen ini diperlukan untuk mendalami konsep berkaitan sikap, persepsi dan keterangan sama ada dalam bentuk primer atau sekunder. Terdapat tiga jenis format yang berbeza dalam menjalankan temu bual iaitu berstruktur, separa berstruktur dan tidak berstruktur. Temu bual separa berstruktur telah dipilih untuk menjalankan bahagian temu bual. Dalam temu bual separa berstruktur, penemuduga akan menyediakan satu set soalan yang sama untuk dijawab oleh responden. Pada masa yang sama, soalan tambahan mungkin ditanya semasa temu bual berlangsung untuk menjelaskan dan mengembangkan lagi isu tertentu. Temu bual dilakukan setelah responden selesai dalam mesyuarat dan tempat kejadian di sekitar Taman Universiti. Lokasi yang dipilih berdekatan tempat kerja responden, bahkan dengan tujuan memudahkan responden dan penyelidik lebih mudah untuk melakukan sesi temu bual. Sebelum memulakan temu bual penyelidik meminta kebenaran responden untuk melakukan rakaman suara bagi memudahkan data ditukar dalam bentuk transkrip. Seterusnya, mengelakkan maklumat yang diperolehi tidak dapat dimasukkan dalam kajian. Sehubungan dengan itu, temu bual juga dilakukan secara atas talian disebabkan kekangan masa, jarak dan keterbatasan antara responden dan penyelidik. "Google Meet" adalah salah satu pendekatan terbaik digunakan agar temu bual dapat dilakukan. Walaubagaimanapun disebabkan rangkaian internet yang tidak baik, penyelidik terpaksa mengutarakan soalan sama dengan berulang kali sekaligus memberikan pemahaman yang lebih jelas.

3.4 Data Primer

Data primer adalah data yang diperolehi hasil daripada individu mahupun organisasi pembinaan. Mengadakan temu bual bersama responden dikategorikan dalam data primer. Secara khususnya bagi menangani masalah kajian ini, menerusi usaha penyelidik dan berdasarkan pengalaman secara tidak langsung telah menghasilkan satu data yang lebih sistematik. Data telah dikumpulkan melalui pelbagai kaedah seperti tinjauan, pemerhatian, ujian fizikal dan soal selidik. Sehubungan dengan itu, dengan menggunakan kaedah temu bual semi struktur mengukuhkan lagi hasil dapatan data yang telah diperolehi. Menggunakan teknologi yang ada seperti telefon bimbit membantu penyelidik menukarkan data dalam bentuk transkrip. Hal ini kerana sifat yang mudah lupa kemungkinan besar mengakibatkan data tidak dapat dilakukan dalam bentuk teks, oleh yang demikian, penyelidik menggunakan aplikasi untuk merakam suara semasa temu bual berlangsung. Di samping itu, menggunakan temu bual secara atas talian, disebabkan kekangan masa dan lokasi antara responden dan penyelidik.

3.5 Kajian Rintis

Menurut Yunus *et al.*, (2014) kajian rintis penting untuk meningkatkan kecekapan dan kualiti kajian utama, ia juga untuk menilai keselamatan rawatan dan intervensi yang bermaksud melibatkan kedua-dua pihak. Pelaksanaan kajian rintis, bertujuan untuk mencerminkan kebolehlaksanaan kajian, dengan melakukan penilaian kriteria bagi membantu mengukur penyelidikan serta membantu penyelidik dalam memahami tujuan, kaedah dan prosedur kajian. Sehubungan dengan itu, meneliti proses rawak, meningkatkan pengalaman penyelidikan dengan kaedah kajian serta menyediakan anggaran bagi pengiraan saiz sampel (Yunus *et al.*, 2014). Secara keseluruhannya, kajian ini perlu menggunakan kajian rintis untuk meningkatkan dan mempengaruhi kesesuaian kaedah pengumpulan data kajian yang dilakukan yang melibatkan golongan profesional iaitu Kontraktor, Arkitek, Juruukur Bahan dan Pengurus Projek. Hasil menunjukkan daripada kajian rintis yang dilakukan secara semi struktur, penyelidikan ini sesuai dan dapat diteruskan.

3.6 Kaedah Analisis

Setelah mendapatkan data dengan lebih terperinci dan pengumpulan data selesai kaedah analisis akan digunakan iaitu data akan ditukar dalam bentuk transkrip agar dapat dijelaskan dalam bentuk teks. Hasil daripada temu bual, semua data diproses dalam bentuk transkrip, yang bermaksud maklumat dari rakaman suara akan ditukar dalam bentuk teks. Proses ini sangat penting pada peringkat awal dan juga peringkat pengurusan data kualitatif.

Maklumat juga dilakukan dalam bentuk jadual, secara tidak langsung mudah untuk dianalisis bahkan data lebih jelas untuk difahami. Menurut Selvi (2019) data dalam bentuk teks diselidik penjelasan atau penapisan data akan dilakukan untuk pemprosesan data bagi penyelidikan dan memahami tafsiran yang mana instrumen kajian memainkan peranan penting dalam proses analisis.

4. Analisa Data dan Perbincangan

4.1 Latar Belakang Responden

Soalan pada bahagian A merupakan soalan umum bagi mengetahui latar belakang responden seperti jawatan, tempoh pengalaman bekerja, dan pengalaman dalam projek BIM. Jadual 4.1 menunjukkan keempat-empat responden (R1, R2, R3 dan R4) memegang jawatan dan memiliki pengalaman bekerja dalam Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) yang berbeza. Responden yang terlibat bagi mencapai objektif kajian adalah Kontraktor, Arkitek, Jurukur Bahan dan Pengurus Projek.

Jadual 1 Latar Belakang Responden

Perkara	R1	R2	R3	R4
Jawatan	Kontraktor	Arkitek	Jurukur Bahan	Pengurus Projek
Pengalaman bekerja (Tahun)	10	6	10	Lebih 10
Pengalaman projek BIM (Bil. Projek)	10	3	5	30

Berdasarkan Jadual 1, tempoh pengalaman bekerja R1 dan R3 selama 10 tahun, bagi R2 6 tahun, manakala R4 lebih daripada 10 tahun. Jumlah projek BIM yang telah diuruskan bagi R1 sebanyak 10 projek, R2 sebanyak 3 projek, R3 sebanyak , seterusnya R4 sebanyak 30 buah projek. Memandangkan R4 telah lama berkhidmat dalam industri pembinaan selama lebih dari 10 tahun, maka jumlah projek yang telah diuruskan sebanyak 30 buah projek, yang mana pembinaan projek BIM yang dilakukan lebih kepada pihak swasta.

4.2 Pelaksanaan BIM Dalam Fasa-Fasa Pembinaan

Terdapat tiga fasa dalam BIM iaitu pra reka bentuk, pembinaan dan pasca pembinaan. Kemudian ketiga-tiga fasa ini dipecahkan kepada beberapa fasa untuk dianalisis. Setiap daripada responden yang ditemu bual berperanan dalam beberapa fasa dalam projek BIM yang terlibat. Dapat dirujuk dalam Jadual 2.

Jadual 2 Fasa-Fasa Dalam Projek BIM

Perkara		R1	R2	R3	R4
Pra reka bentuk	Kebolehlaksanaan	✓			✓
	Reka bentuk	✓	✓		✓
	Tender	✓		✓	✓
Pembinaan		✓		✓	✓
Pasca pembinaan	Penyelenggaraan	✓	✓	✓	✓
	Pengoperasian		✓		

Berdasarkan Jadual 2, terdapat tiga fasa pelaksanaan BIM iaitu pra pembinaan, pembinaan dan pasca pembinaan, kemudian dipecahkan lagi kepada lima fasa. Jadual 2, menunjukkan R1 dan R4 terlibat dalam 5 fasa iaitu kebolehlaksanaan, reka bentuk, tender, pembinaan dan penyelenggaraan. Dalam fasa kebolehlaksanaan bertujuan untuk mendapatkan reka bentuk data yang lengkap dan juga anggaran kos, di mana akan memberi kesan terhadap keseluruhan projek pembinaan. Semasa melakukan ukuran, unjuran kewangan serta perancangan dalam jangka masa panjang dan pendek, proses ini berlaku kerana adanya sumber data yang lengkap (Khairul, 2022).

"Selain daripada reka bentuk, kebanyakan kerja dilakukan secara atas talian seperti e-tender, semakan tender boleh dilakukan hanya menggunakan internet, sehubungan dengan itu, tiap kali mesyuarat dilakukan akan ada satu gambaran yang dipaparkan dalam bentuk 3D, lebih kepada memberi gambaran realistik." (R3)

Pada peringkat fasa pra pembinaan kebiasaannya, segala aspek projek akan diambil kira seperti teknikal dan beberapa aspek lain nya. Bertujuan menilai dan menentukan sama ada projek diteruskan atau dibatalkan. Segala dokumen akan diperincikan bagi keperluan projek termasuklah objektif projek, tempoh masa, kos, jentera, sumber bahan mentah, tenaga buruh dan pelbagai lagi. Seperti yang dinyatakan responde 1 iaitu :

"Dalam melakukan reka bentuk, terlebih dahulu perlu mengetahui kaedah yang digunapakai dari segi bahan pembinaan." (R1)

Seterusnya adalah fasa pembinaan, BIM dapat digunakan dalam pengurusan tapak bina secara maya. Jurutera dapat mengimplementasikan dengan mengumpul data dan maklumat yang berkenaan di tapak bina

dengan menggunakan teknologi, bahkan aktiviti pemantauan dapat dilakukan dengan secara berkala. Secara tidak langsung proses pembinaan di tapak dibina dapat dipantau dan membolehkan kerja-kerja dapat disiapkan mengikut masa yang ditetapkan. Manakala pasca pembinaan terdiri daripada penyelenggaraan dan di bawah penyelenggaraan terdapat fasa pengoperasian. Fasa ini dilakukan secara berjadual, memastikan projek pembinaan yang telah dilakukan tidak memberikan bahaya terhadap masyarakat sekeliling. Walaubagaimanapun, penggunaan BIM berbeza mengikut jawatan responden, namun begitu BIM dapat digunakan pada fasa awalan iaitu perancangan, kontrak dan juga tender yang melibatkan semua pihak dalam pembinaan dimana perlu mengambil tahu projek. Seterusnya merangkumi keseluruhan projek yang dibahagikan mengikut setiap fasa berdasarkan kesesuai. Menurut Khairul (2022) BIM membantu memudahkan kerjasama golongan AEC dalam projek pembinaan, bermula dari fasa reka bentuk bertujuan mengelakkan sebarang percanggahan semada dalam fasa operasi dan penyelenggaraan. Hal ini kerana untuk memastikan projek dapat berjalan dengan lebih lancar, bahkan mengelakkan sebarang percanggahan pada peringkat akhir iaitu dalam fasa pembinaan dan fasa penyelenggaraan (Shahrodin, 2021).

4.3 Cabaran Utama BIM

Jadual 3 Cabaran utama BIM

Cabaran BIM	R1	R2	R3	R4
Kos	✓	✓	✓	
Teknologi				✓
Sistem rangkaian	✓			
Kurang kompetensi				✓
Kemahiran	✓			
Maklumat		✓	✓	
Buruh	✓			
Kos				

Tiga daripada responden memilih cabaran yang paling signifikan adalah kos seperti ditunjukkan dalam Jadual 3. Hal ini kerana pada peringkat awal penggunaan BIM iaitu pada fasa reka bentuk, pihak pengurusan memerlukan peruntukan yang banyak untuk peringkat awal pelaksanaan. Tambahan pula, berlakunya penukaran data yang besar, oleh yang demikian syarikat tidak dapat menampung keperluan BIM. Kos yang mempengaruhi penggunaan teknologi mengakibatkan sebilangan pihak yang baharu memulakan dan menggunakan teknologi tinggi tidak dapat menggunakannya (Khairudin, 2022).

“Kos teknologi peralatan BIM yang digunakan seperti komputer, laptop, Virtual Reality (VR) dan “Augmented Reality” (AR) yang mempunyai “High Spech” dan “Graphic Card” yang tinggi bagi menampung penggunaan BIM yang memerlukan penggunaan data yang besar.”(R2)

Menurut Khairudin (2022) kos merupakan masalah paling dominan dalam industri pembinaan di Malaysia, bukan sahaja meliputi pembelian perisian untuk fasa reka bentuk malahan melibatkan perubahan proses kerja secara menyeluruh dalam organisasi pembinaan. Selain itu perlu melakukan penambahbaikan sistem sedia ada yang mana dari sistem kapasiti memori kecil kepada lebih besar. Di sini dapat dilihat disebabkan jumlah peruntukan yang besar pada peringkat pra pembinaan, organisasi kecil merasa ini adalah satu bebanan kerana kos pelaburan yang agak tinggi dan tidak dapat ditampung.

“Sehubungan dengan itu, beranggapan bahawa BIM hanya akan menyebabkan syarikat melabur kos yang tinggi bagi sesuatu projek pembinaan, di mana setiap syarikat atau individu perlu mendapatkan satu sistem atau peralatan yang canggih agar dapat berfungsi dengan lancar sebagai contohnya “Internet Of Things”.(R1)

Terdapat juga lain-lain cabaran dalam mengimplementasikan BIM termasuklah tenaga buruh. Sekiranya pada peringkat awal permulaan projek memerlukan peruntukan tinggi, dari segi tenaga mahir sudah pasti akan dipengaruhi. Walaupun BIM membantu dalam mengurangkan tenaga buruh pada peringkat pembinaan, akan tetapi memerlukan tenaga buruh yang lebih berkemahiran. Oleh yang demikian menyebabkan syarikat perlu melabur dengan menghantar pekerja mengikuti kursus dan latihan bagi menambah kemahiran.

“Cabaran BIM dalam melakukan “modelling” adalah sangat tinggi, disebabkan BIM masih baru. Selain daripada kos, maklumat yang diterima perlu diketahui dengan lebih mendalam. Walaupun begitu, BIM hanyalah satu keperluan bagi mengetahui maklumat, tetapi apabila mengeluarkan tender, pelan akan ditukar kepada Autocad semula kemudian dilakukan dalam bentuk konvensional. Hal ini kerana pihak tersebut tidak mengimplementasikan BIM sepenuhnya, ianya hanya sekadar mendapat maklumat dan data sahaja”. (R2)

Perkara ini juga berkait rapat dengan penggunaan perisian BIM, sekiranya organisasi memiliki perisian tetapi tidak memiliki individu yang mengetahui bagaimana cara penggunaan, perisian yang dibeli sama sekali tidak akan berfungsi. Begitu juga sebaliknya, sekiranya individu memiliki kemahiran tetapi ketiadaan teknologi BIM, terpaksa melakukan kaedah tradisional. Menurut Huang (2018) disebabkan kurang minat atau kesanggupan

untuk belajar BIM, menyebabkan mereka merasa perkara ini sangat mencabar untuk diaplikasikan atau dipelajari tanpa ada bimbingan bahkan disebabkan pemahaman yang kurang jelas mengenai sistem bangunan dan kaedah pembinaan akan menghadapi pelbagai masalah dalam menggunakan BIM dalam industri.

4.3.1 Pemahaman berbeza

Dalam kerja berpasukan bagaimana individu memiliki pemahaman yang berbeza kerana BIM hanya sekadar satu model (rujuk Jadual 4). BIM merangkumi semua di mana bersifat lebih kompleks yang dapat mengenalpasti kesilapan dalam melakukan reka bentuk. Sebagai contohnya, laluan paip tidak betul, tidak sesuai dan dari segi reka bentuk tidak seimbang.

Jadual 4 Pemahaman berbeza

Perkara	R1	R2	R3	R4
Memuktamadkan rancangan	✓			
Keadaan tapak	✓			
Reka bentuk	✓			
Kurang perbezaan pendapat			✓	
Latihan		✓		✓
Bengkel		✓		✓

Selain itu, untuk melakukan pelaburan dalam latihan BIM adalah terhad memandangkan pemahaman terhadap BIM kurang, seterusnya bagaimana teknologi tersebut digunakan dengan sepatutnya bagi mendapatkan faedah yang lebih banyak (Siebelink, 2021).

"BIM sekadar keperluan untuk mendapatkan maklumat dalaman, tetapi bila tender dikeluarkan reka bentuk model akan ditukar dalam bentuk 2D kemudian akan dilakukan secara konvensional. Hal ini kerana pihak tersebut masih tidak menggunakan BIM sepenuhnya, ianya hanya sekadar mendapat maklumat dan data sahaja."(R2)

Sehubungan dengan itu dalam memperoleh maklumat yang tepat bukan hal mudah. Hal ini kerana setiap individu akan memiliki pemahaman yang berbeza-beza, bagi individu yang kurang pendedahan BIM tidak mampu untuk menerima kaedah ini. Pemikiran masih kepada kaedah tradisional sehingga tidak dapat menerima kaedah konvensional. Pemahaman kurang jelas diberikan menyebabkan maklumat tidak mudah untuk diterima bagi segelintir pihak dan masyarakat.

"Walaupun BIM tidak diimplimentasikan memang akan ada perbezaan pendapat. Dalam projek BIM jarang ada pendapat sebab jurukur hanya melakukan kiraan kuantiti dan reka bentuk dilakukan oleh arkitek, fail yang diterima dapat dibuka, dibaca dan akses." (R3)

4.3.2 Kerja berpasukan

Jadual 5 Kerja berpasukan

Perkara	R1	R2	R3	R4
Kehendak dari pihak berkuasa	✓			
Kekangan tapak bina	✓			
Sifat individu		✓		
Item tambahan			✓	
Personaliti				✓

Di samping itu, dari aspek berpasukan disebabkan kurangnya interaksi daripada pihak atasan, pertengahan dan bawahan (rujuk Jadual 5). Oleh kerana maklumat yang diterima tidak jelas, semasa dalam fasa pembinaan menyebabkan terdapat item tambahan. Disebabkan hal ini, jurukur bahan akan dipersalahkan kerana tidak melakukan semakan dengan lebih terperinci sehingga berlakunya item tambahan. Pereka bentuk seperti arkitek, elektrik dan mekanikal tidak boleh dilaksanakan, kerana reka bentuk tak dapat "finalize" atau dimuktamadkan disebabkan kehendak dari pihak berkuasa dan kedudukan tapak bina yang tidak sesuai. Menurut Khairul (2022) penggunaan kaedah konvensional ketika melaksanakan kerja-kerja pembinaan di tapak bina menyebabkan akan memakan masa dan kurang berkesan.

"Bagi seorang arkitek reka bentuk perlu nampak cantik lebih kepada estetik, manakala bagi pihak engineer merasa reka bentuk agak susah untuk dilakukan. Hal ini akan menyebabkan "synchronize" iaitu pembinaan tidak dapat dilakukan seterusnya "finalize" kena dilakukan dengan cepat sebab tender kena dikejar. Disebabkan

ketiadaan idea kontraktor kena mengeluarkan idea reka bentuk sendiri bahkan sekiranya terjadi sebarang masalah kontraktor kena bertanggungjawab atas idea yang dikemukakan.

Selain itu, sifat peribadi individu mempengaruhi dalam melaksanakan penggunaan BIM. Hal ini menyebabkan kesukaran dalam menjalankan kerja berpasukan di mana setiap individu memiliki perspektif yang berbeza. Disebabkan pandangan yang berbeza sebilangan individu akan menerima dan ada yang sebaliknya. Sikap tidak ingin berubah disebabkan lebih selesa menggunakan kaedah lama, malahan beranggapan teknologi baharu sukar untuk diterima (Ruslan, 2022). “Bagi segelintir pihak mereka yang terbiasa menggunakan kaedah tradisional dalam pembinaan disebabkan memiliki sifat ego yang terlalu tinggi tidak mampu untuk menerima kaedah yang baru iaitu teknologi BIM.” (R4)

Seterusnya sekiranya terdapat perbezaan pelan daripada arkitek dan jurutera, jurukur bahan terpaksa melakukan semak semula dengan lebih teliti sehingga memakan masa. Bagi memastikan semua item dalam pembinaan dimasukkan tanpa ada yang tertinggal.

“Semasa jurukur bahan melakukan ukur kuantiti item, yang dimasukkan dalam pelan tidak termasuk dalam pelan yang telah disediakan. Perbezaan kedua-dua pelan contohnya, dalam pelan jurukur ada, manakala arkitek tiada dan begitu juga sebaliknya. Justeru, apabila kerja pembinaan sedang berlangsung terdapat “Varition Order” atau item tambahan sehingga jurukur bahan akan dipersalahkan kerana tidak mengambil kira dan terlepas pandang.” (R3)

4.4.3 Teknologi

Teknologi terbahagi kepada perisian, peralatan, capaian internet serta peredaran zaman. Internet sangat penting kerana sekiranya capaian internet sangat rendah perkongsian maklumat tidak berjalan lancar dan tidak dapat dilakukan. Internet sangat membantu mendapatkan maklumat lebih terperinci berkenaan sumber yang diperolehi. Menurut Fateh (2022) teknologi yang dicipta bersumberkan internet di mana maklumat seperti artikel dan jurnal dapat dijadikan sebagai sumber rujukan bagi mencipta teknologi. Berpandukan dengan sumber-sumber yang ada memudahkan lagi maklumat untuk terus diperolehi sama ada sumber langsung atau tidak langsung. Teknologi baru merupakan satu pendekatan yang dapat membuktikan membantu industri pembinaan dapat berkembang (Enshassi *et al.*, 2019).

4.5 Peranan Golongan Profesional Membantu Menambahbaik Cabaran Fasa-Fasa Dalam Projek BIM Di Malaysia

4.5.1 Peranan profesional

Jadual 6 menunjukkan dalam industri pembinaan kemahiran menggunakan teknologi amat penting, golongan profesional perlu menghantar tenaga kerja untuk mengikuti kursus BIM bagi mendapatkan pendedahan. Seterusnya melakukan pelaburan agar teknologi lebih canggih serta sistem yang sesuai agar lebih mudah untuk bekerjasama dengan pihak perunding. Pada fasa pembinaan, teknologi “Drone” boleh digunapakai untuk melihat keadaan tapak bina dengan lebih jelas, sekaligus memudahkan kontraktor untuk bekerja dengan lebih cepat di tapak pembinaan. Disamping itu, sistem BIM juga dapat diintegrasikan diantara kontraktor dan perunding, hal ini kerana kontraktor bekerja dalam tapak bina di mana menggunakan teknologi seperti “Virtual Reality, Augmented Reality” dan “Drone”.

Jadual 6 Peranan profesional

Perkara	R1	R2	R3	R4
Latihan BIM	✓		✓	
Mengintegrasikan BIM	✓			
Masa		✓		
Maklumat		✓		✓
Subsidi			✓	
Standard pelaksanaan				✓

Sehubungan dengan itu, pada peringkat awal maklumat sangat penting dan perlu ditekankan. Dalam mereka bentuk, arkitek menggunakan revit pada peringkat awal dan akhir sekali melakukan integrasi. Pada fasa integrasi dapat dilihat sekiranya terdapat isu dan masalah kemudian akan di “Synchronize” atau disegerakkan. Oleh yang demikian, terlebih dahulu perlu faham reka bentuk, tahu dan cara skop BIM. Standard mengimplimentasikan BIM sangat penting kerana perlu mengetahui standard, pengiraan, dokumentasi dan penyampaian. Semasa dalam latihan “main contractor” dan “sub contractor” akan memberi taklimat tentang proses aliran, aliran kerja dan info yang akan disampaikan. Hal ini berkait rapat dengan mengumpul maklumat kemudian menunjukkan keputusan.

Selepas itu, data yang ada akan dibandingkan untuk dibincangkan sama ada reka bentuk sesuai digunakan atau sebaliknya.

4.5.2 Meningkatkan pemahaman BIM

Jadual 7 menunjukkan kaedah yang dicadangkan oleh responden bagi meningkatkan pemahaman pekerja tentang BIM. Misalnya, Ruslan (2022) mencadangkan peningkatan pemahaman BIM boleh dilakukan dengan menghantar pekerja mengikuti kursus BIM, di mana mereka akan mempelajari perisian BIM seperti Revit dan Autocad. Latihan ini digunakan pada fasa pra pembinaan iaitu reka bentuk projek. Setelah mengikuti kursus mereka boleh memulakan alam pekerjaan dengan bermula pada peringkat bawah terlebih dahulu. Bagi pelajar yang sedang praktikal boleh mengimplementasikan BIM dengan latihan-latihan dan pendedahan sistem BIM yang digunakan di tapak pembinaan seperti "Drone" dan VR. Selain itu, pemahaman mengenai BIM perlu ditingkatkan dengan melibatkan semua individu yang mana membantu untuk meningkatkan kemahiran yang diperlukan industri. Menurut Ruslan (2022) meningkatkan pemahaman BIM boleh dilakukan dengan menghantar pekerja mengikuti kursus BIM, di mana mereka akan mempelajari perisian BIM seperti Revit dan Autocad. Latihan ini digunakan pada fasa pra pembinaan iaitu reka bentuk projek. Setelah mengikuti kursus mereka boleh memulakan alam pekerjaan dengan bermula pada peringkat bawah terlebih dahulu. Bagi pelajar yang sedang praktikal boleh mengimplementasikan BIM dengan latihan-latihan dan pendedahan sistem BIM yang digunakan di tapak pembinaan seperti "Drone" dan VR. Selain itu, pemahaman mengenai BIM perlu ditingkatkan dengan melibatkan semua individu yang mana membantu untuk meningkatkan kemahiran yang diperlukan industri.

Jadual 7 Meningkatkan pemahaman BIM

Perkara	R1	R2	R3	R4
Hantar kursus	✓			
Melibatkan semua individu		✓		
Beli sistem BIM			✓	
Terlibat dalam projek BIM				✓

Selain itu memahami gambaran dapat meningkatkan kemahiran semasa pembangunan model dilakukan. Corak perkembangan memiliki potensi dalam meningkatkan produktiviti, kualiti pembinaan, keselamatan dan juga kos.

"Pemahaman yang dilakukan bukan setakat perunding, malahan perlu kepada kontraktor dan juga klien. Kesedaran kesemua pihak penting terutama yang terlibat dalam projek BIM." (R2)

Seterusnya, Jadual 7 juga mendedahkan galakkan membeli salah satu teknologi BIM sama ada peralatan atau perisian agar BIM dapat diimplementasi pada peringkat pra pembinaan dan pembinaan. Proses melukis dan reka bentuk pembinaan sebuah bangunan mengaplikasikan pendekatan teknologi di mana melibatkan prosedur dalam sistem BIM. Justeru itu, pendedahan akan nampak dengan lebih jelas setelah menggunakannya, seterusnya membantu dalam mengurangkan dan mengelakkan kesilapan (Fateh, 2021).

4.5.3 Menambahbaik kerja berpasukan

Jadual 8 menunjukkan komunikasi dengan semua pihak dapat menambahbaik kerja berpasukan, sebarang kemuskilan tentang projek perlu dikemukakan. Perbincangan boleh dilakukan sama ada secara maya ataupun atas talian, bertukar pendapat dengan semua pihak membantu dalam memberikan idea.

Jadual 8 Menambahbaik kerja berpasukan

Perkara	R1	R2	R3	R4
Komunikasi	✓	✓	✓	
Mesyuarat	✓			
Pemahaman jelas		✓		
Pemilihan kerja				✓

Dalam aspek kerja berpasukan, perkara paling penting adalah komunikasi antara peringkat atasan, pertengahan dan bawah. Komunikasi secara langsung dan tidak langsung memberikan pemahaman dengan jelas dan membantu semua pihak terlibat untuk berkerjasama melaksanakan projek pembinaan. Menurut Khairudin (2022) peningkatan komunikasi dalam pembuatan keputusan dan koordinasi sangat berkesan di kalangan pembinaan projek. Komunikasi dengan semua pihak dapat menambahbaik kerja berpasukan, sebarang kemuskilan tentang projek perlu dikemukakan. Perbincangan boleh dilakukan sama ada secara maya ataupun atas talian, bertukar pendapat dengan semua pihak membantu dalam memberikan idea.

“Mesyuarat perlu dilakukan dengan lebih kerap agar dapat berinteraksi dengan semua pihak. Selain itu juga, berkait rapat dengan pemahaman individu, sekiranya memiliki pemahaman yang lebih secara tidak langsung kerja berpasukan akan lebih mudah kerana mengetahui peranan masing-masing.” (R1)

Menurut Khairudin (2022) perlu menetapkan satu garis panduan berkaitan dengan pelaksanaan BIM, dalam aspek pengurusan yang boleh dijadikan rujukan dan panduan kepada pemula BIM, pengurus serta pemilik bangunan. Malahan penyediaan garis panduan juga membantu kontraktor mengenai skop penggunaan BIM dalam pembinaan. Garis panduan ini dilakukan agar dapat mengukur tahap dan memperbaiki kualiti kerja menjadi lebih baik (Latiffi, 2020).

“Pemilihan kerja perlu lebih serius dengan meletakkan kriteria dan skop pemilihan kerja. Dari segi kriteria mengetahui bagaimana individu mengurus dan merancang model, dari segi pengetahuan perlu mengetahui, apa itu BIM apa yang dimaksudkan dengan standard, apa yang dimaksudkan dengan penyampaian. Ketiga-tiga pengetahuan tersebut sangat penting, dan 100% sangat diperlukan. Sekiranya kriteria tidak melapasi kemungkinan akan menjejaskan kumpulan” (R4).

Di samping itu, meletakkan syarat pemilihan pekerja. Sebelum individu diambil bekerja dalam organisasi, penapisan akan dilakukan berdasarkan standard, pengetahuan dan juga kemahiran. Langkah ini dilakukan bertujuan mengurangkan organisasi untuk melabur dengan menghantar pekerja untuk mengikuti kursus bagi yang kurang berkemahiran. Teknologi BIM bukanlah suatu yang baharu akan tetapi untuk di implementasikan dalam pembinaan di Malaysia masih dianggap baru. Justeru itu, pemilihan pekerja diambil kira dengan melihat sama ada terlibat dan mengetahui apa itu BIM.

4.5.4 Jenis latihan

Jadual 9 Jenis latihan

Perkara	R1	R2	R3	R4
Brainstorming	✓	✓		
Beli sistem BIM			✓	✓

Jadual 9 menunjukkan jenis latihan yang dinyatakan oleh responden iaitu “Brainstorming”, boleh dilakukan dalam satu bilik mesyuarat di mana dalam satu minggu pihak terlibat perlu menyelesaikan masalah dalam reka bentuk. Dari sini langkah-langkah BIM boleh diaplikasikan yang mengesahkan dan memuktamadkan maklumat. Menurut Khairul (2022) menerusi program latihan yang dijalankan secara fleksibel yang diberikan, semua peserta akan diberi pendedahan dengan lebih mendalam berkaitan dengan konsep, teori, cabaran, kelebihan serta peluang penggunaan teknologi BIM. Walaubagaimanapun latihan yang diberikan memerlukan pelatih yang benar-benar berkebolehan dalam bidang BIM (Khairul, 2022).

5. Kesimpulan dan Cadangan

5.1 Pencapaian Objektif Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk mencapai objektif kajian berkaitan dengan cabaran fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam pembinaan. Selain daripada itu, kajian ini juga turut mengenalpasti fasa-fasa yang terlibat dalam projek BIM dan peranan golongan professional membantu menambahbaik cabaran fasa-fasa dalam projek BIM di Malaysia. Bahagian ini membincangkan ketiga-tiga objektif kajian yang telah ditentukan berdasarkan kepada keputusan analisis data yang telah diperoleh.

5.2.1 Objektif 1: Mengkaji fasa-fasa yang terlibat dalam pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia

Objektif pertama ini telah dicapai melalui kaedah temu bual yang dilakukan penyelidik terhadap responden yang terlibat. Berdasarkan analisis data yang dilakukan, terdapat tiga fasa pelaksanaan BIM iaitu pra pembinaan, pembinaan dan pasca pembinaan, kemudian dipecahkan lagi kepada lima fasa. Pada fasa pra pembinaan terdiri daripada kebolehlaksanaan, reka bentuk dan juga tender. Pada peringkat ini kebiasaannya, segala aspek projek akan diambil kira seperti teknikal dan beberapa aspek lain nya. Bertujuan menilai dan menentukan sama ada projek diteruskan atau dibatalkan. Segala dokumen akan diperincikan bagi keperluan projek termasuklah objektif projek, tempoh masa kos, jentera, sumber bahan mentah, dan tenaga buruh.

Seterusnya adalah fasa pembinaan, BIM dapat digunakan dalam pengurusan tapak bina secara maya. Jurutera dapat mengimplementasikan dengan mengumpul data dan maklumat yang berkenaan di tapak bina dengan menggunakan teknologi, bahkan aktiviti pemantauan dapat dilakukan dengan secara berkala. Secara tidak langsung proses pembinaan di tapak dibina dapat dipantau dan membolehkan kerja-kerja dapat disiapkan mengikut masa yang ditetapkan. Manakala pasca pembinaan terdiri daripada penyelenggaraan dan di bawah

penyelenggaraan terdapat fasa pengoperasian. Fasa ini dilakukan secara berjadual, memastikan projek pembinaan yang telah dilakukan tidak memberikan bahaya terhadap masyarakat sekeliling. Walaubagaimanapun, penggunaan BIM berbeza mengikut jawatan responden, namun begitu BIM dapat digunakan pada fasa awalan iaitu perancangan, kontrak dan juga tender yang melibatkan semua pihak dalam pembinaan dimana perlu mengambil tahu projek. Seterusnya merangkumi keseluruhan projek yang dibahagikan mengikut setiap fasa berdasarkan kesesuaian.

5.2.2 Objektif 2: Mengenalpasti cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia.

Terdapat beberapa cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dan yang paling utama adalah kos. Pada peringkat awal permulaan projek, penggunaan BIM memerlukan peruntukan yang tinggi untuk pelaksanaan awal perisian BIM, bahkan, dari segi tenaga mahir turut mempengaruhi. Perkara ini juga berkait rapat dengan penggunaan perisian BIM, sekiranya organisasi memiliki perisian tetapi tidak memiliki individu yang mengetahui bagaimana cara penggunaan, perisian yang dibeli sama sekali tidak akan berfungsi. Begitu juga sebaliknya, sekiranya individu memiliki kemahiran tetapi ketiadaan teknologi BIM, terpaksa melakukan kaedah tradisional. Sehubungan dengan itu dalam memperoleh maklumat yang tepat bukan hal mudah. Hal ini kerana setiap individu akan memiliki pemahaman yang berbeza-beza, bagi individu yang kurang pendedahan BIM tidak mampu untuk menerima kaedah ini. Pemikiran masih kepada kaedah tradisional sehingga tidak dapat menerima kaedah konvensional. Pemahaman kurang jelas diberikan menyebabkan maklumat tidak mudah untuk diterima bagi segelintir pihak dan masyarakat. Di samping itu, dari aspek berpasukan disebabkan kurangnya interaksi daripada pihak atasan, pertengahan dan bawahan. Oleh kerana maklumat yang diterima tidak jelas, semasa dalam fasa pembinaan menyebabkan terdapat item tambahan. Disebabkan hal ini, juru ukur bahan akan dipersalahkan kerana tidak melakukan semakan dengan lebih terperinci sehingga berlakunya item tambahan.

5.2.3 Objektif 3: Mengenalpasti peranan golongan professional membantu menambahbaik cabaran semasa fasa-fasa pelaksanaan BIM dalam Industri Pembinaan di Malaysia.

Dari sini dapat dilihat bagaimana golongan professional memainkan peranan membantu dalam menambahbaik cabaran semasa fasa pelaksanaan BIM dari peringkat awal sehingga berakhirnya projek. Dalam aspek kerja berpasukan, perkara paling penting adalah komunikasi antara peringkat atasan, pertengahan dan bawah. Komunikasi secara langsung dan tidak langsung memberikan pemahaman dengan jelas dan membantu semua pihak terlibat untuk berkerjasama melaksanakan projek pembinaan. Seterusnya pembelian teknologi dan sistem BIM juga membantu dalam meningkatkan pemahaman individu. Dengan menggunakan perisian BIM seperti Revit, Autocad dan pelbagai lagi memudahkan kerja untuk dilakukan. Di sini arkitek, jurutera, juru ukur bahan dan juga pengurus projek boleh membantu dengan memberikan penerangan dan juga latihan kepada para pekerja.

Walaupun sistem BIM sulit untuk difahami, akan tetapi sekiranya latihan dijalankan dengan lebih kerap dan jelas semakin mudah untuk digunapakai. Malahan semakin kerap melakukan kesilapan akan menyebabkan individu mula mencari jalan penyelesaian bahkan mudah untuk meningati langkah-langkah dalam sistem yang digunapakai. Di samping itu, meletakkan syarat pemilihan pekerja. Sebelum individu diambil bekerja dalam organisasi, penapisan akan dilakukan berdasarkan standard, pengetahuan dan juga kemahiran. Langkah ini dilakukan bertujuan mengurangkan organisasi untuk melabur dengan menghantar pekerja untuk mengikuti kursus bagi mereka kurang kemahiran. Teknologi BIM bukan lah suatu yang baharu akan tetapi untuk di implementasikan dalam pembinaan di Malaysia masih dianggap baru. Justeru itu, pemilihan pekerja diambil kira dengan melihat sama ada terlibat dan pengetahuan apa itu BIM.

Penghargaan

Pengkaji mengucapkan ribuan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan serta Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

*Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Sofiah Ibrahim, Mohd Yamani Yahya; **pengumpulan data:** Sofiah Ibrahim; **analisis dan interpretasi hasil:** Sofiah Ibrahim; **penyediaan draf manuskrip:** Sofiah Ibrahim, Mohd Yamani Yahya. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

Rujukan

- Alfalasi, K., Ameen, A., Isaac, O., Khalifa, G. S., & Midhunchakkaravarthy, D. (2020). Impact of actual usage of smart government on the net benefits (knowledge acquisition, communication quality, competence, productivity, decision quality). *Test Engineering and Management*, 82, 14770-14782.
- Aziz, M. A., Wong, C. F., Haron, N. A., Ales, A. H., Effendi, R. A. A. R. A., & Tan, O. K. (2022). Critical Success Factors For Building Information Modelling (BIM) Implementation For Power Plant Projects In Malaysia. *IJUM Engineering Journal*, 23(1), 34-45.
- Becerik-Gerber, B., & Rice, S. (2010). The perceived value of building information modelling in the US building industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 15(February), 185-201.
- Bums, N. & (2012). The practice of nursing research: Conduct, critique, and utilization (5th ed). Elsevier. [The Practice of Nursing Research: Conduct, Critique, and Utilization - Nancy Ann Burns, Susan K. Grove - Google Books](#)
- Daud, N. H (2017). Tahap Kontraktor Terhadap Perubahan Borang Kontrak Setara di dalam Pelaksanaan Building Information Modelling (BIM). Universiti Teknologi Malaysia.
- Durdyev, S., Ashour, M., Connelly, S., & Mahdiyar, A. (2022). Barriers to the implementation of Building Information Modelling (BIM) for facility management. *Journal of Building Engineering*, 46, 103736.
- El Meouche, R., Rezoug, M., & Hijazi, I. (2013). Integrating and managing BIM in GIS, software review. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2, W2.
- Enshassi, M. A., Al Hallaq, K. A. and Tayeh, B. A. (2019). Limitation Factors of Building Information Modelling (BIM) Implementation. *The Open Construction & Building Technology Journal*, 13(1), pp. 189-19.
- Fadzil, A. I. M., & Yahya, M. Y. (2021). Pelaksanaan Sistem Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) Bagi Mengurangkan Kos Dalam Pengurusan Fasilitas. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 892-904.
- Fateh. M. A. M., & Aziz, A. A. A. (2022). The Cost Profile Of Building Information Modelling Implementation In Malaysia. *Malaysia Construction Research Journal (MCRJ)*, 109.
- Gregory R. A. (2011). Building Information Modeling (BIM) : *Special Contract Issues*.
- Haron, N. A., Raja Soh, R. P. Z. A., & Harun, A. N. (2017). Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: A Review. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 25(3).
- Huang, Y. (2018). A review of approaches and challenges of BIM education in construction management. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 12(6), 401-7.
- JKR (2016). Manual Proses Kerja Building Information Modelling (BIM) Jabatan Kerja Raya (JKR) Malaysia : *Fasa Rekabentuk Terperinci*.
- JKR (2011). Computer-aided Maintenance Management Systems Selection based on a Fuzzy AHP Approach. *Advances in Engineering Software*, 42(10821-829).
- Khairudin, K. I., & Yahya, M. Y. (2022). Penggunaan Teknologi Permodelan Maklumat Bangunan (BIM) Dalam Fasa Pembinaan Bagi Menambahbaik Proses Pembinaan Di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 3(1), 582-595.
- Latiffi, A. A., Mohd, S., Kasim, N., & Fathi, M. S. (2013). Building information modelling b(BIM) application in Malaysian construction Industry. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2(A), 1-6.
- Latiffi, A. A., Sulum, M. N. S., & Bilal, K. (2020). Eklporasi Pemodelan Informasi Bangunan atau Building Information Modelling (BIM) Dalam Penyelenggaraan Bangunan. *Research in Management of Technology and Business*, 1(1), pp. 575-587.
- Lu, K., Jiang, X., Yu, J., Tam, V. W., & Skitmore, M. (2021). Integration of life cycle assessment and life cycle cost using building information modeling: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 285, 125438
- Maeni, A. Y. F. (2020). *Building Information Modelling Framework In facilities Management For Building Refrubishment*. [Masters dissertation, Universiti Teknologi Malaysia]. *Researchgate*
- Manzoor, B., Othman, I., Gardezi, S. S. S., & Harirchian, E. (2021). Strategies for adopting building information modeling (BIM) in sustainable building projecta case of Malaysia. *Buildings*, 11(6), 24
- Nizar, Z. M., Karim, K. M., & Zainudi, N. A. (2019). Building Information Modelling in Architecture: Implication of Building Information Modeling in Education/Informasi Permodelan Bangunan Senibina: Implikasi Permodelan Bangunan dalam pendidikan. *Sains Humanika*, 11(2-22).
- Rundell, R. (2016). How can BIM benefit facilities management? Primeedge. Retrieved from <http://www.cadalyst.com/cad/building-design/1-2-3-revit-bim-and-fm-3432>.
- Ruslan, N. I. S., & Yahya, M. Y. (2022). Kemahiran Perisian Teknologi Permodelan Maklumat Bangunan (BIM) Dalam Industri Pembinaan Di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 3(1), 596-607.
- Sampaio, A. Z. (2018). Enhancing BIM methodology with VR technology. State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality.

- Selvi, A. F. (2019). *The Routledge Handbook of Research Methods in Applied Linguistics*. Qualitative Content Analysis. Routledge. 1st ed. pp. 440-452.
- Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung.
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., & Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 236-257.
- Shahrodin, M. F., & Latiffi, A. A. (2021). Building Information Modelling (BIM) dalam Aspek Pengurusan Kewangan Projek Pembinaan. *Research in Management of Technology and Business*, 2(2), 670-684.
- Smith, D. K and Tardif, M (2009). *Building Information Modelling, A Strategic Implementation Guide for Architecture, Engineers, Construction and Real Estate Asset Managers*. Published simultaneously in Canada.
- Tan, Y., Li, S., Liu H., Chen, P., & Zhou, Z. (2021). automatic inspection data collection of building surface based on BIM and UAV. *Automation in Construction*, 131, 103881.
- Yusoff, W. Z. W., Ishak, M. H., & Sulaiman, M. A. (2022). Penyelenggaraan Bangunan dalam Pengurusan Fasilitas: Elemen Mempengaruhi Kualiti Amalan Penyelenggaraan Bangunan. *Journal of Social Transformation and Regional Development*, 4(1), 18-26.
- Zaker Hosein, M. R. (2019). BIM implementation in architectural practices: towards advanced collaborative approaches based on digital technologies. [Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya]. pdfs.semanticscholar.org
- Zavadskas, E. K., & Vilutiene, T. (2006). A multiple criteria evaluation of multi-family apartment block's maintenance contractors: I-Model for maintenance contractor evaluation and the determination of its selection criteria. *Building and environment*, 41 (5).