

## Perisian Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) yang digunakan oleh Pemain Industri Pembinaan

### *Building Information Modeling (BIM) Software Used by Construction Industry Players*

Farisha Aqillah Zuraidi<sup>1</sup>, Mohd Yamani Yahya<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400 MALAYSIA

\*Pengarang Utama: [yamani@uthm.edu.my](mailto:yamani@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.104>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024  
Diterima: 30 April 2024  
Diterbitkan: 30 Jun 2024

#### Kata Kunci

BIM, perisian, pembinaan

#### Abstrak

Industri pembinaan adalah salah satu industri yang berkembang pesat kerana bangunan pencakar langit lebih tinggi permintaan. Nilai harta tanah semakin meningkat dan inilah sebabnya syarikat pembinaan kini mengusahakan reka bentuk yang mesra alam, kurang ruang tetapi menyediakan lebih banyak kemudahan dalam julat harga yang berpatutan. Untuk menjadikan semua ini berlaku, sangat penting untuk mempunyai sistem pengurusan yang betul. Dengan penggunaan teknologi dan menggabungkan dengan pengurusan yang lebih baik, kini semuanya menjadi lebih mudah. Langkah sederhana namun sangat berkesan dalam hal ini adalah dengan menggunakan pemodelan maklumat bangunan atau BIM. Permasalahan kajian ini adalah sebilangan besar individu tidak menyedari manfaat BIM dan mereka hanya menganggap ia adalah teknologi atau bentuk 3D yang dirancang sebelum pembinaan. Walau bagaimanapun, BIM lebih daripada sekadar gambar 3D, ia adalah model yang disertakan bersama keterangan digital yang menangani projek fizikal. Objektif utama kajian adalah untuk mengenalpasti perisian BIM yang digunakan oleh pemain industri pembinaan. Responden kajian terdiri daripada pemain industri pembinaan di Selangor. Kajian yang dijalankan berbentuk kuantitatif dengan menggunakan instrumen borang soal selidik. Data yang diperolehi telah dianalisis dengan menggunakan perisian Statistical Package for Social Science (SPSS) versi 27.0. Hasil kajian mendapati penggunaan perisian BIM yang sering digunakan ialah Autodesk AutoCAD dan Autodesk Revit. Oleh itu, hasil kajian ini akan memberi manfaat kepada para pemain industri pembinaan, para pelajar yang terlibat dalam bidang pembinaan dan para siswazah sebelum memasuki alam pekerjaan mengenai perisian BIM yang berguna.

#### Keywords

BIM, Software, Construction

#### Abstract

The construction industry is one of the fastest growing industries because skyscrapers are in higher demand. Real estate values are increasing and this is why construction companies are now working on eco-friendly designs that take up less space but provide more amenities in an

*affordable price range. To make all this happen, it is very important to have a proper management system. With the use of technology and combined with better management, now everything has become easier. A simple but very effective step in this regard is to use building information modeling or BIM. The problem with this study is that a large number of individuals are not aware of the benefits of BIM and they only think it is a technology or a 3D form that is planned before construction. However, BIM is more than just 3D pictures, it is a model accompanied by a digital description that addresses the physical project. The main objective of the study is to identify the BIM software used by construction industry players. The study respondents consisted of players in the construction industry in Selangor. The research conducted is quantitative by using questionnaire instruments. The data obtained was analyzed using the Statistical Package for Social Science (SPSS) software version 27.0. The results of the study found that the BIM software that is often used is Autodesk AutoCAD and Autodesk Revit. Therefore, the results of this study will benefit construction industry players, students involved in construction and graduates before entering the world of work regarding useful BIM software.*

## 1. Pendahuluan

Perisian pembinaan adalah perisian yang membantu para profesional menguruskan pelbagai proses pembinaan, dari perancangan hingga pelaksanaan. Pengguna perisian termasuk penggiat industri pembinaan seperti kontraktor umum, subkontraktor, jurutera, arkitek, dan syarikat bangunan dalam pelbagai industri (TrustRadius, 2013). Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) merupakan satu model digital bangunan yang boleh divisualisasi secara 3D fizikal dan mengandungi pelbagai maklumat geometri, fungsi, ciri atau parameter yang dihasilkan melalui beberapa perisian berkaitan. BIM boleh digunakan untuk menunjukkan segala kitaran hidup bangunan termasuk proses pembinaan dan operasi kemudahan. Skop kerja boleh dibahagikan, dipisahkan dan ditentukan. Sistem, pemasangan, dan urutan rangkaian dapat ditunjukkan dalam skala relatif dengan segala kemudahan atau kelompok kemudahan (Azhar, et al., 2008). BIM adalah proses berasaskan model 3D yang pintar yang memberi pengetahuan dan alat kepada profesional seni bina, kejuruteraan, dan pembinaan (AEC) untuk merancang, mereka bentuk, membina dan mengurus bangunan dan infrastruktur dengan lebih cekap. BIM adalah proses yang bermula dengan penciptaan model 3D pintar dan membolehkan pengurusan dokumen, koordinasi, dan simulasi sepanjang keseluruhan kitaran hidup projek (rancangan, reka bentuk, pembinaan, operasi dan penyelenggaraan) (Autodesk, 2020a).

Untuk menyatakannya secara ringkas, BIM merujuk kepada kerja kolaboratif yang berdasarkan kepada penjaanaan dan pertukaran data dan maklumat antara pelbagai pihak projek. Berdasarkan maklumat ini, kitaran penuh projek bangunan, dari konsep hingga selesai, dapat diurus. Dalam erti kata lain, ia merupakan sebahagian daripada proses membuat keputusan (Consummit Construction, 2018).

BIM juga adalah satu teknologi baru yang sedang berkembang di seluruh dunia dan digunakan dalam perancangan, reka bentuk, pembinaan, dan pengurusan fasiliti. Teknologi ini menyediakan satu pangkalan data berorientasikan objek terdiri daripada model pintar 3D dengan maklumat bersepadu dan pangkalan data hubungan yang saling berkaitan. Ia juga adalah satu metodologi membangunkan maklumat bangunan secara berpusat supaya ia mudah dicapai, telus dan mengelakkan pertindihan (Mohd, 2015).

BIM boleh menjadi alat yang bernilai di tangan sesiapa yang bekerja dalam pembinaan. Tidak ada keraguan bahawa, konsep kerja kolaborasi menjadi semakin popular sepanjang tahun ini. Oleh yang demikian, ia penting untuk semua ejen pembinaan untuk menyedari tahap kematangan BIM yang berbeza (Consummit Construction, 2018). BIM bukan sahaja membolehkan pasukan reka bentuk dan pembinaan bekerja dengan lebih cekap, tetapi juga memberi manfaat kepada aktiviti operasi dan penyelenggaraan yang membolehkan mereka menangkap data yang mereka buat semasa proses. BIM telah digunakan secara meluas oleh industri seni bina, kejuruteraan, pembinaan dan pengurusan kemudahan untuk tujuan menguruskan kitaran hidup projek pembinaan. BIM dilihat sebagai tindakan bersepadu untuk memastikan kerjasama di antara pemain pembinaan seperti arkitek, jurutera, pengurus projek dan kontraktor (Mohd, 2015).

Pelaksanaan BIM dianggap sebagai kenyataan yang menakutkan kerana majoriti pemain industri pembinaan tidak mengetahui potensi keuntungan dari teknologi tersebut. Namun, bagi sesetengah organisasi, sistem tersebut dilihat antara penyelesaian terbaik bagi mengatasi pelbagai masalah yang sering dihadapi industri pembinaan konvensional. Syarikat-syarikat pembinaan yang memberi tumpuan kepada projek-projek kecil cenderung berhati-hati dengan BIM. BIM memerlukan latihan yang meluas, kos yang cukup mahal, dan itu tidak

semestinya membuat syarikat mereka lebih menguntungkan. BIM agak mudah tetapi tidak sesuai untuk setiap projek atau setiap syarikat. Tetapi kerana ketakutan terhadap kos pendahuluan yang tinggi, terlalu banyak syarikat pembinaan melepaskan alat yang hebat ini yang boleh membuat keuntungan ribuan (Yii, *et al.*, 2019). Walaupun BIM adalah teknologi yang diterima secara meluas dalam industri pembinaan bangunan, namun masih dapat dilihat banyak syarikat kecil enggan mengikutinya kerana memikirkan bahawa ia hanya relevan untuk perniagaan pembinaan berskala besar, arkitek kelas atas, projek kerajaan atau organisasi yang berfokus pada persekitaran. Kurangnya pemahaman yang betul dan salah maklumat mengenai BIM adalah masalah utama yang dihadapi oleh teknologi canggih ini (Bindra, 2015). Disebabkan itu, objektif utama kajian ini adalah untuk mengenalpasti perisian BIM yang digunakan bagi projek pembinaan di dalam fasa projek pembinaan.

## 2. Kajian Literatur

### 2.1 Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM)

Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) adalah proses yang bermula dengan penciptaan model 3D pintar dan membolehkan pengurusan dokumen, penyelarasan, dan simulasi sepanjang keseluruhan kitaran hidup projek (rancangan, reka bentuk, pembinaan, operasi dan penyenggaraan). BIM digunakan untuk merancang dan mendokumentasikan reka bentuk bangunan dan infrastruktur. Setiap perincian bangunan dimodelkan dalam BIM. Model itu boleh digunakan untuk analisis untuk membuat pilihan reka bentuk dan membuat visualisasi yang membantu pihak berkepentingan memahami bagaimana rupa bangunan itu sebelum dibina. Model ini kemudian digunakan untuk menghasilkan dokumentasi reka bentuk untuk pembinaan (Autodesk, 2020a). Objek BIM iaitu komponen yang membentuk model BIM adalah pintar, mempunyai geometri, dan menyimpan data. Sekiranya ada unsur yang diubah, perisian BIM mengemas kini model untuk mencerminkan perubahan itu. Ini membolehkan model tetap konsisten dan terkoordinasi sepanjang keseluruhan proses sehingga jurutera struktur, arkitek, jurutera MEP, pereka, pengurus projek, dan kontraktor dapat bekerja dalam lingkungan yang lebih kolaboratif (Yii, *et al.*, 2019). Secara ringkasnya, BIM adalah teknologi pemodelan yang berfungsi sebagai satu set proses perkongsian pengetahuan berkaitan keseluruhan proses projek pembinaan. Ia memerlukan penyertaan semua ahli pasukan projek daripada pelbagai disiplin. Proses BIM merangkumi skema perkongsian berstruktur dan pengurusan maklumat digital sepanjang kitaran hidup projek pembinaan (Autodesk, 2020a). BIM adalah proses yang disokong oleh pelbagai alat, teknologi, dan kontrak yang melibatkan penjaan dan pengurusan digital. Industri yang terlibat dengan penggunaan BIM adalah senibina, sivil, pembinaan, mekanikal dan elektrik, loji dan struktur (CIDB IBS Official, 2020).

### 2.2 Perisian BIM

Perisian BIM telah diperkenalkan dalam pelbagai jenis dan fungsi. Antara perisian tersebut ialah Revit, Tekla, Bentley, Autodesk, Vico dan CostX. Setiap alat mempunyai fungsinya sendiri, dan masing-masing digunakan untuk menguruskan aktiviti yang berbeza dalam projek pembinaan. Pemilihan perisian BIM adalah berdasarkan empat ciri, iaitu kebolehpercayaan komunikasi, ketepatan, kegunaan dan kebolehpercayaan pertukaran data (Ahmad Latiffi, *et al.*, 2015). Menurut JKR (2014), perisian Autodesk sering digunakan sebagai platform asas pelaksanaan BIM. Perisian utama yang digunakan ialah Revit, Navisworks dan AutoCAD C3D manakala perisian sokongan yang digunakan adalah seperti AutoCAD Structural Detailing, Showcase, 3Ds Max, Autodesk Design Review dan sebagainya. Selain itu, perisian Autodesk juga dikolaborasi dengan beberapa perisian pihak ketiga seperti Orion, CostX, Microsoft Project dan sebagainya bagi mencapai objektif tertentu. Semua perisian utama dan sokongan ini berupaya untuk berkolaborasi di antara satu sama lain. Semua atau sebahagian data model dapat dikongsi dan dipindahkan melalui perisian-perisian tersebut dengan mengekalkan integriti model dari segi geometri dan informasi. Menurut JKR (2014) lagi, perisian lain yang boleh dikolaborasikan dengan platform asas pelaksanaan BIM boleh digunakan selagi proses pemindahan data tidak menjejaskan integriti model BIM (JKR, 2014).

Berikut adalah jenis perisian BIM yang digunakan di dalam fasa projek pembinaan:

- i. Autodesk Autocad Civil 3D (C3D)  
Perisian Autodesk Civil 3D adalah penyelesaian reka bentuk dan dokumentasi kejuruteraan awam yang menyokong aliran kerja BIM pada pelbagai jenis projek infrastruktur awam, termasuk jalan raya dan lebuh raya, pembangunan tanah, landasan kereta api, lapangan terbang, dan air. Civil 3D membantu profesional infrastruktur awam meningkatkan penyampaian projek, mengekalkan data dan proses yang lebih konsisten, dan bertindak balas dengan lebih cepat terhadap perubahan projek (Excitech, 2020).
- ii. Autodesk Revit  
Autodesk Revit adalah pakej perisian BIM yang paling popular yang memudahkan arkitek dan jurutera. Revit adalah alat untuk seni bina, kejuruteraan, dan profesional pembinaan. Revit digunakan untuk

meningkatkan kecekapan dan ketepatan sepanjang kitaran hayat projek, dari reka bentuk konseptual, visualisasi, dan analisis hingga fabrikasi dan pembinaan (Autodesk, 2020a).

- iii. AutoCAD  
AutoCAD adalah perisian reka bentuk berbantuan komputer (CAD) yang bergantung kepada arkitek, jurutera, dan profesional pembinaan untuk membuat gambar 2D dan 3D yang tepat. AutoCAD kini merangkumi ciri khusus industri dan objek pintar untuk seni bina, kejuruteraan mekanikal, reka bentuk elektrik, dan banyak lagi (Autodesk, 2020a).
- iv. Orion  
Perisian Struktur Orion sangat bagus untuk reka bentuk bangunan bertingkat kerana lantai berulang-ulang dan pemodelan satu tingkat dapat diulang ke banyak tingkat. Orion sangat sesuai untuk projek pembinaan konkrit berukuran besar dan memenuhi pelbagai sistem struktur konkrit. Jurutera reka bentuk akan memasukkan segala input ke dalam perisian dari pemodelan hingga pemuatan, analisis, kod yang digunakan, dan keperluan lukisan output.
- v. Autodesk Navisworks  
Perisian Navisworks digunakan untuk meningkatkan koordinasi BIM. Ia berfungsi untuk menggabungkan data reka bentuk dan pembinaan menjadi satu model. Bukan itu sahaja, Ia dapat mengenalpasti dan menyelesaikan masalah pertembungan dan gangguan sebelum pembinaan (Autodesk, 2020a).
- vi. CostX  
CostX adalah penyelesaian anggaran pembinaan yang direka untuk industri pembinaan dan harta tanah. Aplikasi untuk pelbagai penyelesaian seperti lantai, atap, landskap, pemasangan kedai, keluli struktur, juruukur kuantiti dan batu disediakan. Ciri-ciri utama merangkumi lukisan 2D, lukisan 3D, pelaporan, perbandingan subkontraktor dan pengurusan tawaran. Dengan BIM, kuantiti dan kos dapat dianggarkan menggunakan data reka bentuk digital (Software Advice, 2020).
- vii. 3D' Max  
Autodesk 3ds Max adalah program grafik komputer 3D profesional untuk membuat animasi, model, permainan dan gambar 3D. 3DS Max adalah perisian untuk modeling, rendering, dan animasi yang digunakan untuk membuat persembahan idea seperti rekabentuk hiasan dalaman, arkitek, dan iklan, secara realistik dan interaktif. Dengan sistem aplikasi yang lengkap seperti sistem parametrik pada objek, ia telah menjadikan 3DS Max salah satu perisian animasi yang mudah dan popular di Malaysia berbanding dengan perisian lain yang kurang mendapat sambutan dan perhatian pengiat industri (SZ Design, 2019).
- viii. Staad Pro  
STAAD atau (STAAD.Pro) adalah analisis struktur dan aplikasi perisian reka bentuk. STAAD.Pro adalah salah satu produk analisis struktur dan reka bentuk perisian yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Ia menyokong lebih dari 90 kod reka bentuk keluli, konkrit, kayu dan aluminium. Selain itu, STAAD.Pro boleh dikendalikan dengan aplikasi seperti RAM Connection, AutoPIPE, SACS dan banyak lagi aplikasi reka bentuk dan analisis kejuruteraan untuk meningkatkan lagi kolaborasi antara pelbagai disiplin yang terlibat dalam projek. STAAD dapat digunakan untuk analisis dan reka bentuk semua jenis projek struktur dari kilang, bangunan, dan jambatan hingga menara, terowong, stesen metro, loji rawatan air / air sisa dan banyak lagi.
- ix. Solidworks  
Solidworks dilengkapi dengan rangkaian alat yang lengkap untuk mengembangkan reka bentuk yang tepat yang dapat dimanfaatkan dalam perancangan, reka bentuk peralatan, susun atur, fabrikasi, dan pembinaan.
- x. Design Review  
Istilah tinjauan reka bentuk merujuk kepada teknik pengurusan khusus yang digunakan terutama untuk tujuan melakukan penilaian menyeluruh terhadap reka bentuk yang dicadangkan dengan harapan dapat menentukan apakah reka bentuk yang dicadangkan pada masa ini sebenarnya akan memenuhi keperluan projek yang ditetapkan oleh pelanggan.
- xi. Fabrication  
Perisian Fabrication CADmep™, Fabrication ESTmep™, dan Fabrication CAMduct™ membantu dari segi memperincikan, menganggarkan, dan membuat bangunan yang lebih baik menggunakan Revit. Perincian dalam Fabrication CADmep adalah ia dapat berkongsi kandungan libraries dan pengkalan data, eksport dan import model Revit dan AutoCAD MEP dengan mudah, reka bentuk teknologi yang memperincikan garis, susun atur pelbagai perkhidmatan, pengesahan perkhidmatan dan pengesanan pertembungan serta mempunyai keupayaan tunjang 3D. Anggaran dalam Fabrication ESTmep pula adalah CADmep/ESTmep/CAMduct berkongsi kandungan biasa yang membolehkan aliran kerja fleksibel menghasilkan model terperinci untuk anggaran. Selain itu, ia dapat mengimport model dari revit untuk anggaran kos, manipulasi pangkalan data untuk lelaran kos dengan pantas, dapat tunjukkan

kepada pelanggan pelbagai pilihan harga perkhidmatan dan ia dapat memvisualisasikan analisis kos dan kos pekerjaan mengikut warna. Fabrikasi dalam Fabrication CAMduct pula ia menggunakan pangkalan data komponen parametrik berdasarkan spesifikasi, sarung kemajuan meningkatkan penggunaan bahan, Dapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai kos pekerjaan dan mempunyai perisian tambahan iaitu termasuk akses ke Fabrikasi CAMduct Components, Fabrication Tracker, dan Fabrication RemoteEntry (Autodesk, 2020b).

- xii. Tekla  
Perisian Tekla adalah inti aliran kerja reka bentuk dan pembinaan, berdasarkan aliran maklumat bebas, model dan kolaborasi yang boleh dibina (Tremble, 2019). Tekla Structures adalah perisian pemodelan maklumat bangunan yang dapat memodelkan struktur yang menggabungkan pelbagai jenis bahan binaan, termasuk keluli, konkrit, kayu dan kaca. Tekla membolehkan penggubal struktur dan jurutera merancang struktur bangunan dan komponennya menggunakan pemodelan 3D, menghasilkan lukisan 2D dan mengakses maklumat bangunan. Tekla Structures sebelumnya dikenal sebagai Xsteel (X seperti di X Window System, landasan Unix GUI).
- xiii. ArchiCAD  
ArchiCAD menawarkan penyelesaian berbantuan komputer untuk menangani semua aspek umum estetika dan kejuruteraan selama keseluruhan proses reka bentuk persekitaran binaan seperti bangunan, dalaman, kawasan bandar, dan lain-lain. Archicad adalah penyelesaian perisian pemodelan maklumat bangunan profesional yang memenuhi semua keperluan penyampaian digital, menawarkan persekitaran reka bentuk yang intuitif, pengurusan maklumat bangunan yang tepat, kerjasama terbuka dan dokumentasi automatik.
- xiv. BricsCAD  
BricsCAD berfungsi seperti AutoCAD dan menyokong banyak fungsi yang sama. Briscad adalah platform CAD yang kuat yang mengintegrasikan alat 2D dengan pemodelan pintar 3D dan sokongan BIM. BricsCAD serasi sepenuhnya dengan format AutoCAD dan DWG dan DXF. Ia tersedia untuk kedua-dua sistem operasi Windows dan Linux (CGS Labs, 2020).

### 2.3 Pemain industri pembinaan projek BIM

Para arkitek, jurutera, kontraktor, pembekal bahan binaan dan pemain industri binaan yang lain telah sama-sama berkongsi ilmu penggunaan BIM yang bakal memudahkan pengurusan projek binaan dan infrastruktur dimana melalui teknologi BIM, rekabentuk pembangunan lebih tepat dan boleh digambarkan dalam bentuk visual (Kementerian Kerja Raya, 2015). Pemain industri pembinaan menggunakan BIM untuk mencapai integrasi maklumat projek yang lebih baik, peningkatan proses pembinaan dan untuk meningkatkan kerjasama di antara mereka dari fasa awal projek. Oleh itu, penggunaan BIM pasti mengubah peranan dan tanggungjawab pemain industri pembinaan (Ahmad Latiffi, *et. al.*, 2012).

BIM secara amnya memerlukan kolaborasi yang tinggi sesama (intra-) dan antara (inter-) disiplin untuk suatu projek di setiap fasa projek pembinaan. Dengan ini secara langsung akan mempertingkatkan produktiviti setiap pihak yang terlibat seterusnya lebih efisien dalam banyak perkara seperti masa di tapak pembinaan, perancangan kos dan juga penggunaan bahan binaan (Ruzaini, 2020). Pelaksanaan projek mengandungi beberapa aktiviti proses kerja bermula dari fasa perancangan, rekabentuk, perolehan, pembinaan, serahan, pengurusan operasi dan penyenggaraan. Oleh kerana BIM adalah proses kolaboratif, seluruh pasukan projek semestinya terlibat antaranya adalah pemilik, arkitek, jurutera, perunding, dan pengurus pembinaan/kontraktor umum dan kontraktor khusus. Jadual 1 menunjukkan tugas utama pemain industri pembinaan di dalam proses penyediaan, kolaborasi dan analisis model dalam projek yang menggunakan konsep BIM.

**Jadual 1** *Disiplin/bidang tugas pemain industri pembinaan di dalam proses kerja projek (JKR, 2014)*

Pemain industri	Disiplin/Tugas
Jurutera Struktur	Penyediaan model dan lukisan struktur
	Penyediaan model, analisis, rekabentuk dan lukisan struktur
	Penyediaan lukisan struktur
	Penyediaan lukisan struktur
	Koordinasi model rekabentuk dan visualisasi 3D
Arkitek	Rujukan model dan lukisan arkitek
	Penyediaan model, analisis kemampuan, rekabentuk dan lukisan arkitek
	Penyediaan lukisan tapak
	Penyediaan lukisan arkitek
	Penambahbaikan kualiti persembahan model 3D bagi tujuan pembentangan rekabentuk
	Analisis kemampuan dan analisis pengurusan bencana (pilihan)

Jurutera Elektrik/ Mekanikal	Koordinasi model rekabentuk dan visualisasi 3D Rujukan model dan lukisan pembinaan Penyediaan model, analisis kecekapan tenaga, dan lukisan mekanikal/elektrik Penyediaan lukisan elektrik/mekanikal Analisis kecekapan tenaga (pilihan)
Pengurus Tapak	Koordinasi model rekabentuk dan visualisasi 3D Rujukan model dan lukisan pembinaan Simulasi pembinaan bagi membantu verifikasi jadual kerja pembinaan dan visualisasi 3D Penyediaan jadual kerja pembinaan
Pengurus Projek	Rujukan model dan lukisan pembinaan Koordinasi model rekabentuk dan visualisasi 3D Rujukan model dan lukisan tender/pembinaan
Pengurus Penyenggaraan	Pengurusan rekod aset Rujukan model dan lukisan siap bina
Jurutera Awam/Sivil	Penyediaan model keadaan tapak sedia ada, analisis tapak, model kerja tanah, laporan pengiraan kuantiti potong dan tambak serta lukisan kerja tanah
Juruukur Bahan	Penjanaan kuantiti

### 3. Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif dengan mengedarkan 100 borang soal selidik kepada syarikat-syarikat berkaitan pembinaan di sekitar Selangor Darul Ehsan. Kaedah soal selidik digunakan untuk memperkukuhkan lagi kesahihan dan kebolehpercayaan data yang diperoleh daripada responden. Kaedah ini adalah lebih mudah dan menjimatkan masa serta kos. Soalan yang direka adalah ringkas dan jelas. Pengkaji mereka soalan dengan merujuk kepada tujuan penyelidikan yang dijalankan. Hal ini adalah untuk mengelakkan daripada mereka soalan yang tidak mempunyai kaitan dengan tujuan penyelidikan. Soalan yang dibina juga tidak kabur dan mudah difahami supaya responden dapat menjawab soalan-soalan tersebut dengan tepat. Borang soal selidik telah diedarkan kepada responden iaitu pemain industri pembinaan di Selangor melalui link google form yang telah dihantar kepada responden melalui email, aplikasi whatsapp, Telegram dan juga Facebook.

Penggunaan borang soal selidik dapat meliputi sampel yang besar dengan kos yang sederhana dan juga dapat memberikan persampelan yang lebih tepat. Data yang dikumpul akan dianalisa menggunakan kaedah deskriptif, Indeks Kepentingan Relatif (RII). Kajian ini telah dianalisis dengan menggunakan sistem Statistical Package for Social Science (SPSS). Hasil dapatan data yang diperolehi akan dibentangkan dengan cara yang mudah dan jelas iaitu hasil akan dipaparkan dalam bentuk jadual bagi memudahkan pemahaman dan penghuraian yang lebih berkesan. Hasil analisis yang dikemukakan akan menghuraikan persoalan kajian iaitu perisian BIM yang digunakan oleh pemain industri pembinaan di dalam fasa projek pembinaan dan kelebihan yang diperolehi dalam perisian BIM yang digunakan oleh pemain industri pembinaan bagi projek pembinaan.

### 4. Dapatan kajian dan perbincangan

#### 4.1 Maklumbalas borang selidik

Jadual 2 menunjukkan bilangan dan peratusan borang soal selidik yang diterima dan tidak diterima semasa kerja pengumpulan data. Sebanyak 100 set borang soal selidik telah diedarkan kepada pemain industri pembinaan yang terlibat. Namun begitu, hanya 65 responden sahaja yang telah memberi maklum balas terhadap borang soal selidik yang telah diedarkan. Namun begitu, terdapat 9 set soalan yang diisi oleh responden dengan maklumat yang tidak lengkap dan tidak memenuhi kriteria bagi pengumpulan dan terpaksa dibuang. Oleh itu, hanya 56 set borang soal selidik sahaja yang dapat digunakan dan kemudian dijadikan analisa iaitu dengan kadar pemulangannya adalah sebanyak 86%. Penyelidikan ini akan berpandukan kepada 56 orang responden yang telah berjaya dikumpulkan sahaja (Krejcie & Morgan,1970).

**Jadual 2** Maklumat borang soal selidik

Perkara	Jumlah	Peratusan (%)
Borang soal selidik dihantar	100	100

Borang soal selidik diterima	65	65
Borang soal selidik tidak lengkap	9	9
Borang soal selidik boleh digunakan	56	56

## 4.2 Demografik responden

Jadual 3 menunjukkan maklumat demografik kajian ini yang meliputi jawatan, pengalaman responden dalam industri serta dalam projek BIM. Jadual 3 menunjukkan jurutera sivil/struktur sebanyak 16 orang (28.6%) yang menjawab borang soal selidik tersebut diikuti oleh arkitek sebanyak 12 orang (21.4%), jurutera mekanikal/elektrik sebanyak 11 orang (19.6%), juruukur bahan sebanyak 9 orang (16.1%), manakala pengurus projek sebanyak 6 orang (10.7%) dan sebanyak 2 orang sahaja (3.6%) adalah responden yang berjawatan pengurus fasiliti/ penyelenggaraan/juruukur bangunan.

**Jadual 3** Maklumat demografik responden

Perkara	Kekerapan	Peratusan (%)
<i>Jawatan</i>		
Arkitek	12	21.4
Jurutera sivil / struktur	16	28.6
Jurutera mekanikal / elektrik	11	19.6
Pengurus fasiliti / penyelenggaraan / juruukur bangunan	2	3.6
Juruukur bahan	9	16.1
Pengurus projek	6	10.7
Jumlah	56	100
<i>Pengalaman dalam pembinaan</i>		
Kurang daripada 2 tahun	7	12.5%
2 hingga 5 tahun	12	21.43%
6 hingga 10 tahun	19	33.93%
Lebih daripada 10 tahun	18	32.14%
Jumlah	56	100
<i>Pengalaman dengan perisian BIM</i>		
Kurang daripada 2 tahun	11	19.64
2 hingga 5 tahun	16	28.57
6 hingga 10 tahun	15	26.79
Lebih daripada 10 tahun	14	25
Jumlah	56	100

Dari segi pengalaman bertahun-tahun dalam industri pembinaan, responden mempunyai pengalaman yang berbeza-beza. Dari hasil analisis yang diperolehi, majoriti responden iaitu 33.93% mempunyai pengalaman bekerja antara 6 hingga 10 tahun, diikuti 32.14% mempunyai pengalaman bekerja lebih daripada 10 tahun. Kira-kira 21.43% adalah responden yang mempunyai pengalaman bekerja antara 2 hingga 5 tahun manakala responden yang mempunyai pengalaman kurang daripada 2 tahun adalah sebanyak 12.5%. Kesimpulannya, hasil analisis menunjukkan bahawa sebahagian besar responden mempunyai pengalaman bekerja dalam industri pembinaan adalah antara 6 hingga 10 tahun. Hasil analisis juga menunjukkan peratusan paling tinggi adalah 28.57% iaitu mereka yang berpengalaman dalam menggunakan perisian BIM adalah di antara 2 hingga 5 tahun diikuti 26.79% iaitu 6 hingga 10 tahun dan seterusnya adalah sebanyak 25% iaitu lebih daripada 10 tahun responden berpengalaman dalam menggunakan perisian BIM. Kadar tindak balas terendah adalah dari responden yang mempunyai pengalaman kurang daripada 2 tahun iaitu sebanyak 19.64%. Pengalaman responden dalam penggunaan perisian BIM adalah berdasarkan kepada syarikat mereka bekerja. Oleh itu, pengalaman responden dalam penggunaan perisian BIM masih rendah kerana majoriti responden mempunyai pengalaman 2 hingga 5 tahun dan jelasnya di sini bahawa kebanyakan responden masih baru dalam BIM.

## 4.3 Perisian BIM yang digunakan di dalam fasa projek pembinaan

Terdapat banyak alat atau perisian yang dapat digunakan untuk pelaksanaan BIM seperti yang dibahas dalam kajian literatur. Terdapat beberapa alat utama yang terdapat di pasaran dan perisian BIM yang diamalkan oleh para pemain dalam industri pembinaan adalah berdasarkan kesesuaian perisian mengikut jawatan mereka di dalam industri pembinaan. Jadual 4 menunjukkan alat atau perisian BIM yang telah digunakan oleh responden.

**Jadual 4** Maklumat demografik responden

Perkara	Perisian BIM	RII	Kedudukan Keseluruhan (Overall Rank)	Sisihan Piawai (Standard Deviation-SD)
Perisian BIM yang pernah digunakan oleh responden di dalam projek pembinaan	Autodesk Autocad	0.56	1	1.56991
	Lain-lain	0.51	2	1.38534
	Autodesk Revit	0.33	3	1.26888
	Staad Pro	0.22	4	0.67227
	3D' Max	0.22	4	0.18726
	Autodesk Autocad Civil 3D (C3D)	0.21	6	0.28774
	Autodesk Navisworks	0.21	6	0.59325
	Autodesk Solidworks	0.21	6	0.22721
	Tekla	0.21	6	0.26726
	Orion	0.20	10	0.13363
	Autodesk Fabrication	0.20	10	0.00000
	Autodesk Design Review	0.20	10	0.00000
	Autodesk Bricscad	0.20	10	0.00000
	Archicad	0.20	10	0.00000
	Cost X	0.20	10	0.00000

Dari hasil analisis yang diperolehi berdasarkan Jadual 4, perisian Autodesk AutoCAD menduduki kedudukan pertama iaitu paling banyak digunakan oleh responden dengan indeks 0.56. Begitu juga dengan perisian Autodesk Revit yang berada di kedudukan ketiga dengan indeks 0.33. Didapati kedua perisian BIM ini adalah alat BIM yang digunakan untuk tujuan rekabentuk dan penggubalan berbantuan komputer 2D dan 3D. Ia digunakan terutamanya untuk seni bina dan pembinaan untuk membantu pereka dan jurutera dalam penyediaan lukisan dan pelan. Hasil data yang diperolehi daripada responden, perisian Autodesk AutoCAD paling banyak digunakan oleh arkitek dari JKR. Kenyataan ini disokong oleh JKR bahawa platform asas untuk pelaksanaan BIM dan yang sering digunakan adalah perisian Autodesk iaitu perisian utama yang digunakan adalah seperti AutoCAD, Revit, Navisworks dan C3D manakala perisian-perisian seperti AutoCAD Structural Detailing, Showcase, 3Ds Max, Autodesk Design Review dan sebagainya adalah perisian sokongan yang digunakan di dalam sesuatu projek pembinaan (JKR, 2014).

Selain itu, lain-lain perisian BIM menduduki kedudukan kedua dengan indeks 0.51. Lain-lain perisian yang digunakan oleh responden yang tidak dinyatakan di dalam soalan adalah seperti Primavera P6, SketchUp, ArcGis, Esteem 7, DimensionX, Vray, Lumion, dan Buildsoft. SketchUp banyak digunakan oleh responden bertujuan untuk menghasilkan sesuatu model nampak realistik. Perisian tersebut banyak digunakan oleh responden yang berjawatan arkitek dan jurutera sivil/struktur kerana ia adalah program komputer pemodelan 3D untuk berbagai aplikasi lukisan seperti seni bina, reka bentuk dalaman, seni bina lanskap, kejuruteraan awam dan mekanikal. Staad Pro menduduki tempat keempat iaitu indeks sebanyak 0.22 dengan kekerapan 22.9% responden sahaja yang pernah menggunakan perisian tersebut manakala 3D' Max menduduki tempat kelima iaitu indeks sebanyak 0.22 dan 22.1% responden sahaja yang menggunakan perisian tersebut. Mencatatkan nilai indeks yang sama, 0.21 iaitu perisian Autodesk Solidworks dan Tekla berada pada kedudukan keenam dan ketujuh dan diikuti oleh perisian Orion dengan indeks 0.20. Walaubagaimanapun, didapati perisian-perisian BIM seperti Autodesk Fabrication, Autodesk Design Review, Autodesk BricsCAD, ArchiCAD dan CostX tidak ada hasil yang menunjukkan bahawa perisian-perisian tersebut pernah digunakan oleh responden di dalam projek pembinaan (RII, 0.20).

Sebahagian besar responden iaitu pemain industri pembinaan menggunakan perisian AutoCAD dan Revit di dalam projek pembinaan yang mungkin disebabkan oleh popularitinya atau ada pengguna yang kompeten berbanding perisian lain yang ada. Dari hasil data yang diperolehi, kedua-dua perisian tersebut banyak digunakan oleh pemain industri pembinaan seperti arkitek dan jurutera sivil/struktur. AutoCAD dan Revit adalah perisian yang direka untuk tujuan BIM. Ini membolehkan arkitek, jurutera, dan kontraktor umum mengembangkan idea mereka di platform tersebut dengan pendekatan berasaskan model menggunakan tiga aplikasi Revit Architecture, Revit MEP, dan Revit Structure. Perisian ini mempunyai pelbagai ciri yang akan bermanfaat bagi para professional dari industri reka bentuk dan pembinaan.

Pemain industri pembinaan menyedari betapa pentingnya nilai BIM melalui potensinya untuk mengurangkan pengerjaan semula, seperti memasukkan semula maklumat ke dalam model atau membuat perubahan di lapangan. Apabila pengguna menjadi mahir, peluang untuk meningkatkan produktiviti lebih jelas



(Juan, 2020). Dari hasil analisis yang diperoleh daripada responden, lima kelebihan teratas penggunaan perisian BIM di dalam projek pembinaan adalah seperti berikut:

- i. Menghasilkan lukisan pintar
- ii. Menghasilkan pandangan tiga dimensi (3D) yang realistik, visualisasi dan rekabentuk yang lebih baik kepada klien/pelanggan
- iii. Membantu pemain industri pembinaan mengesan kesilapan rekabentuk pada peringkat awal (clash detection)
- iv. Memberikan kemajuan besar dalam menguruskan maklumat
- v. Meningkatkan produktiviti

Yang pertama dan yang paling jelas kelebihannya adalah BIM menghasilkan lukisan pintar serta 3D yang realistik dan visualisasi. Visualisasi adalah kaedah yang paling biasa untuk penggunaan BIM. Ini bukan sahaja membolehkan pemain industri pembinaan untuk mengemukakan projek yang indah untuk pelanggan, tetapi juga untuk mencari penyelesaian reka bentuk yang terbaik untuk menggantikan yang lama. Kelebihan seterusnya adalah BIM dapat mengesan kesilapan rekabentuk pada peringkat awal (clash detection). Pengesanan BIM (clash) adalah proses yang lebih cepat dan sederhana serta sepenuhnya meminimumkan bidang kesalahan manusia dalam pelaksanaannya. Antara perisian BIM yang boleh digunakan untuk pengesanan pertembungan adalah Autodesk Navisworks kerana rekabentuk perisiannya yang unggul (Kermanshahi, *et al.*, 2020). Oleh itu, hasil analisis menunjukkan kebanyakan pemain industri pembinaan bersetuju dengan kelebihan tersebut. BIM dapat memberikan kemajuan besar dalam menguruskan maklumat dan meningkatkan produktiviti dimana kebanyakan responden juga bersetuju dengan kelebihan tersebut.

## 5. Kesimpulan

Hasil tinjauan menunjukkan sebahagian besar individu masih belum percaya bahawa BIM adalah mengenai kolaborasi masa nyata. Kerjasama ini tidak terhad kepada arkitek, jurutera, dan kontraktor kerana ia juga harus melibatkan pengeluar dan pengguna akhir sama ada operasi dan penyelenggaraan atau analisis untuk mengira kos kitaran hidup bangunan. BIM bukan hanya mengenai perisian kerana ia adalah alat untuk membantu menghubungkan spesifikasi ke model digital yang pernah dibayangkan. Kekurangan penggunaan perisian BIM dalam keadaan semasa adalah kerana kekurangan pendedahan, kekurangan latihan, kekurangan peralatan standard dan protokol, kekurangan perkaitan, dan kos. Hasil tinjauan menunjukkan bahawa ramai individu yang masih belum menggunakan perisian BIM untuk berkolaborasi dan masih tidak mencuba untuk menggunakan perisian terbaru yang lebih bermanfaat untuk projek pembinaan. Namun begitu, pemain industri pembinaan mengetahui kelebihan dan kesan pelaksanaan BIM terhadap projek pembinaan. Hasilnya jelas bahawa sesetengah industri masih belum bersedia untuk menerima pakai perisian BIM yang terbaru terutama perisian-perisian yang melibatkan 3D (masa), 4D (kos), dan 6D (persembahan). Walaubagaimanapun, terdapat segelintir pemain industri pembinaan yang melihat banyak faedah apabila menggunakan teknologi ini dan juga dapat menguntungkan sesebuah organisasi/syarikat.

Oleh yang demikian, untuk meningkatkan tahap penggunaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia, penyelesaian atau penambahbaikan yang diperlukan mesti dilakukan untuk mengatasi halangan yang dihadapi oleh pemain industri pembinaan. Oleh itu, BIM dapat digunakan secara meluas dan pemain pembinaan dapat memperoleh keuntungan dari pelaksanaan BIM pada projek-projek yang mereka akan jalankan. Kajian lebih lanjut harus dilakukan dalam meneroka pendekatan yang dapat meningkatkan pelaksanaan BIM dalam projek pembinaan. Untuk melakukannya, lebih banyak wawancara dan tinjauan perlu dilakukan untuk mendapatkan maklumat yang lebih mendalam mengenai BIM. Maklumat tersebut akan berguna untuk meningkatkan pelaksanaan BIM dalam industri AEC.

## Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia di atas segala sokongan yang diberi.

## 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:** Farisha Aqillah Zuraidi, Mohd Yamani Yahya; **pengumpulan data:** Farisha Aqillah Zuraidi; **analisis dan interpretasi hasil:** Farisha Aqillah Zuraidi; **penyediaan draf manuskrip:** Farisha Aqillah Zuraidi, Mohd Yamani Yahya. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

## Rujukan

- Ahmad Latiffi A., Mohd S., Kassim N. & Fathi M. S. (2012). Building Information Modeling (BIM) Application in Malaysian Construction Industry. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2(4A), 1-6. <https://doi.org/10.5923/s.ijcem.201309.01>
- Ahmad Latiffi A., Brahim J. & Fathi M. S. (2015). Roles and Responsibilities of Construction Players in Projects Using Building Information Modeling (BIM). *The 12th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management (IFIP PLM15)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2577.0006>
- Autodesk. (2020a). Dicapai dari <https://asean.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Autodesk. (2020b). *Fabrication Features 2021: Fabrication MEP Software*. Dicapai pada Disember 22, 2020 dari <https://www.autodesk.com/products/fabrication/features?plc=CADMEP>
- Azhar, S. & Nadeem, Abid & Mok, johnny & Leung, Brian. (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects
- BIM Services. (2019). *BIM help to increase the productivity and cost of the project*. Dicapai pada December 22, 2020 dari <https://www.bimservicesindia.com/blog/how-can-bim-help-to-increase-efficiency-and-profitability-in-the-construction-projects/>
- Bindra D. (2015). 5 Worst Problems Faced During BIM Implementation | BIM Modeling India. Dicapai pada Jun 24, 2015 dari <https://www.revitmodelingindia.com/latest-blog/the-5-worst-problems-faced-during-bim-implementation/>
- CIDB IBS Official. (2020). <https://cidbibs.com.my/> CGS Labs. (2020). *BricsCAD software*. Dicapai pada Disember 22, 2020 pada <https://cgs-labs.com/briscad/> Consumit Construction. (2018). *Masa Depan Pembinaan*. Dicapai dari <https://may.cosummitconstruction.com/future-construction-bim-89541>
- Excitech. (2020). Autodesk Civil 3D 2021. Dicapai dari <https://www.excitech.co.uk/Products/Civil-3D>
- Ishak S. I. (2015). Lebih produktif. myMetro Online
- JKR. (2014). Garis Panduan BIM JKR. [PowerPoint slides]. Dicapai dari <https://fliphtml5.com/robul/npvg/basic/101-150> Kementerian Kerja Raya. (2015). Penggunaan BIM Mentransformasi Industri Pembinaan. Dicapai dari <http://www.kkr.gov.my/ms/node/35468> <https://www.kibardindesign.com/profile/about-vadim-kibardin/concept-design-phase/#:~:text=Concept%20Design%20Phase,the%20framework%20for%20your%20design.>
- Kermanshahi, E. K., Tahir, M. B. M., Lim, N. H. A. S., Balasbaneh, A. T., & Roshanghalb, S. (2020, April). Implementation of building information modeling for construction clash detection process in the design stage: a case study of Malaysian police headquarter building. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 476, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610.
- Mohd., S. (2015). Building Information Modelling (BIM) Implementation Model For Construction Project Design Stage. Tesis Ijazah Sarjana. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia; 2015.
- Ruzaini, M. (2020). *Building Information Modelling: Persediaan*. Dicapai pada April 14, 2020, dari <https://nfdesignengineering.com.my/building-information-modelling-persediaan>
- Software Advice. (2017). CostX Software. About CostX. Dicapai dari <https://www.softwareadvice.com/construction/costx-profile/>
- Tremble (2019). *Trimble Introduces Tekla 2019 Structural BIM Software Solutions*. Dicapai pada Disember 22, 2020 dari <https://www.tekla.com/about/news/trimble-introduces-tekla-2019-structural-bim-software-solutions>
- Tesla CAD Solutions. (2020). *Drafting Services: Steel Detailing: CAD Services Company*. Dicapai pada Disember 22, 2020 dari <https://www.teslacad.com.au/>
- TrueCADD. (2020). *The Importance of 3D Animation & Visualization in Construction*. Dicapai pada disember 20, 2020 dari <https://www.truecadd.com/news/the-importance-of-3d-animation-and-visualization-in-construction-and-manufacturing>
- Trust Radius. (2013). Construction Software. Dicapai dari <https://www.trustradius.com/construction-software>
- Yii, A. T. M., Zainordin, N., & Koh, C. T. (2019). Readiness in Applying Building Information Modelling (BIM) Concept Among Quantity Surveyor in Sarawak. *Malaysian Construction Research Journal (MCRJ)*, 7.