

## Pengintegrasian Building Information Modelling (BIM) dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Binaan dalam Projek Pembinaan

### *The Integration of Building Information Modeling (BIM) in the Supply Chain Management of Building Materials in Construction Project*

Muhammad Hamizan Abdul Rauf<sup>1</sup>, Norliana Sarpin<sup>1,2\*</sup>, Zailawati Khalid<sup>1,2</sup>,  
Seow Ta Wee<sup>1,2</sup>, Goh Kai Chen<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup> Center of Sustainable Infrastructure and Environmental Management (CSIEM), Fakulti Pengurusan Teknologi  
dan Perniagaan,  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

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

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.094>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024

Diterima: 30 April 2024

Diterbitkan: 30 Jun 2024

#### Kata Kunci

Rantaian Bekalan Pembinaan,  
Building Information Modelling  
(BIM), Kebaikan, Cabaran,  
Penambahbaikan

#### Abstrak

Rantaian bekalan bahan pembinaan menghadapi beberapa kesukaran yang boleh memberi kesan pada tarikh akhir projek, kos dan kecekapan keseluruhan. Untuk menangani masalah tersebut, langkah proaktif seperti komunikasi yang lebih baik dan penggunaan penyelesaian teknologi seperti BIM diperlukan. Menangani cabaran ini boleh membantu pengurusan rantaian bekalan pembinaan menjadi lebih berkesan, mengurangkan kos dan meningkatkan hasil projek. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengkaji kebaikan penggunaan BIM serta cabaran untuk mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan binaan dan langkah-langkah untuk menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri untuk menambahbaik pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan. Bagi mencapai objektif kajian ini, kaedah kuantitatif digunakan dengan mendedarkan borang soal selidik kepada syarikat kontraktor gred G7 di Johor bahru. Seramai 110 responden mewakili 55% daripada keseluruhan borang soal selidik yang diedarkan yang terlibat dalam kajian ini. Semua maklum balas dan data yang diterima dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif dengan bantuan perisian SPSS. Dapatan kajian mendapati kebaikan menggunakan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan binaan yang paling utama ialah dapat memberikan pandangan menyeluruh tentang projek pembinaan secara digital. Manakala bagi cabaran yang paling utama dalam mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bahan binaan ialah BIM memerlukan penggunaan peralatan teknologi yang canggih. Antara langkah yang utama untuk mengatasi cabaran-cabaran tersebut ialah subsidi daripada kerajaan. Justeru, kajian ini diharapkan serba sedikit dapat membantu mengatasi cabaran-cabaran

---

mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan dan dapat menggalakkan lagi penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri.

---

### Keywords

*Construction Supply Chain, Building Information Modelling (BIM), Advantages, Challenges, Improvement*

### Abstract

*Construction material supply chain faces a number of difficulties that can impact project deadlines, costs and overall efficiency. To address the problem, proactive measures such as better communication and the use of technological solutions such as BIM are required. Addressing these challenges can help construction supply chain management become more effective, reduce costs, and improve project outcomes. Therefore, the objective of this study is to examine the benefits of using BIM as well as the challenges of integrating BIM in construction material supply chain management and measures to encourage the use of BIM among industry players to improve construction material supply chain management. To achieve the objectives of this study, quantitative methods was used by distributing questionnaires to G7 grade contractor companies in Johor Bahru. A total of 110 respondents represents 55% of the entire distributed questionnaires involved in this study. All responses and data received were analysed using descriptive analysis with the help of SPSS software. The findings found that the most important benefit of using BIM in building materials supply chain management is to be able to provide a comprehensive view of construction projects digitally. While the most important challenge in integrating BIM is that BIM requires the use of sophisticated technology equipment. The main measures to overcome these challenges is subsidies from the government. Therefore, it is hoped that this study will help to overcome the challenges of integrating BIM in the supply chain management and can further encourage the use of BIM among industry players.*

---

## 1. Pengenalan

Perubahan teknologi merupakan satu mekanisme untuk meningkatkan industri pembinaan di negara-negara membangun. Industri pembinaan adalah satu industri yang berpotensi besar dalam ekonomi sesebuah negara. Terdapat bukti kukuh yang dapat menunjukkan bahawa industri pembinaan yang inovatif dan cekap menyumbang kepada ekonomi global yang stabil (Aryici *et al.*, 2017). Di Malaysia juga turut meletakkan industri pembinaan ini sebagai satu sektor penting dalam ekonomi memandangkan Malaysia sedang ke arah Negara maju (CIDB, 2018)

Industri pembinaan hari ini telah mengalami banyak perubahan teknologi yang mempengaruhi cara kita membina sekarang dan pada masa hadapan dalam industri pembinaan (Fang *et al.*, 2017). Ini dapat dibuktikan di Malaysia di mana kerajaan telah memperkenalkan beberapa amalan dan teknologi moden yang diperlukan oleh industri pembinaan seperti BIM (Building Information Modeling) (Harun *et al.*, 2017). Menurut Autodesk, iaitu salah satu perisian yang terkemuka di Amerika Syarikat yang memproduksi berbagai program CAD (Computer Aided Design), Building Information Modeling (BIM) ialah satu proses berasaskan model 3D pintar yang melengkapkan seni bina, kejuruteraan, dan pembinaan profesional dengan merancang, membina, mengurus bangunan dan infrastruktur dengan lebih cekap. BIM membenarkan pemaju bekerjasama dengan arkitek, jurutera dan juruukur untuk mengeluarkan sebuah model tiga dimensi (3D) yang lengkap untuk sebuah reka bentuk pembinaan.

Oleh itu, dengan kemajuan teknologi maklumat, banyak perisian komputer yang dicipta untuk memudahkan kerja ukur bahan dapat disediakan dengan lebih cepat dan cekap. Antara perisian komputer seperti Glodon, Masterbill, Autodesk dan lain-lain adalah perisian yang dibina dan dicipta untuk memudahkan tugas mengukur kuantiti ini. Dengan perisian ini, kerja ukur dapat disiapkan dengan lebih cepat di samping meningkatkan produktiviti syarikat ukur bahan dalam menyediakan tinjauan kuantiti untuk projek. Selain itu, kemunculan inovasi teknologi juga menjadi salah satu keputusan strategik pengurus untuk menangani amalan yang berpecah-belah dalam industri pembinaan (Zahrizan *et al.*, 2018).

## 2. Kajian Literatur

## 2.1 Building Information Modelling (BIM)

Building Information Modelling (BIM) ialah koleksi interaksi dasar, prosedur dan teknologi yang menghasilkan satu cara untuk mengurus kepentingan reka bentuk bangunan dan data projek dalam format digital atau maya sepanjang kitaran hayat bangunan. Penggunaan BIM di Malaysia kurang mendapat sambutan kerana sebahagian besar peserta pembinaan tidak mengetahui potensi manfaat teknologi tersebut. Kesedaran tentang faedah BIM dan pelaksanaannya boleh meningkatkan produktiviti dan prestasi projek dengan ketara (Yasser Yahya Al-Ashmori *et al.*, 2020).

Teknologi BIM pada masa ini telah banyak diterapkan oleh pelbagai projek infrastruktur. Hal ini kerana BIM menawarkan pelbagai manfaat, antaranya pengurusan kualiti data yang tinggi, penyelesaian projek yang lebih cepat, pengurusan kos yang sistematik dan kesalahan yang lebih sedikit pada projek (Ali Aryo Bawono, 2023). BIM membolehkan kolaborasi yang lebih baik antara pasukan dalam sesebuah projek, membolehkan berkongsi maklumat secara masa nyata dan koordinasi yang lebih baik antara pelbagai pasukan. Selain itu, BIM juga dapat mengurangkan kos, meningkatkan kualiti dan mempercepatkan masa penyiapan projek pembinaan. dan anggaran kos (BIM - CIDB HQ, 2022)

## 2.2 Kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan

Penggunaan BIM (Building Information Modeling) dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan memiliki beberapa kebaikan yang signifikan. BIM sangat penting dalam pembinaan kerana ia merupakan proses holistik yang boleh menambah baik setiap aspek projek (Miza Raimi *et al.*, 2021). BIM membolehkan pasukan reka bentuk, pembinaan dan kejuruteraan bekerjasama menggunakan teknologi digital. Ini biasanya membawa kepada hasil yang lebih baik secara keseluruhan (John Hall, 2018). Menurut M. N. Sholeh *et al.*, (2020), terdapat pelbagai kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan seperti:

### i) Pengurangan kesilapan

BIM membolehkan integrasi data yang tepat dan terkini mengenai bahan pembinaan ke dalam model 3D yang komprehensif. Dengan adanya visualisasi yang jelas dan terperinci, risiko kesilapan dalam pengurusan rantaian bekalan, seperti kekurangan bahan atau pesanan yang salah, dapat dikurangkan. Ini membantu meningkatkan ketepatan dan keberkesanan proses pengurusan rantaian bekalan.

### ii) Pengurangan kos

Dengan menggunakan BIM, pengurus rantaian bekalan dapat memperoleh visi yang lebih baik mengenai kesesuaian antara permintaan dan bekalan bahan pembinaan. Ini membolehkan mereka mengoptimumkan pengurusan inventori dan melakukan perancangan yang lebih baik mengenai jadual penghantaran. Hasilnya, kos operasi dan penyimpanan yang tidak perlu dapat dikurangkan, dan proses pengadaan bahan pembinaan menjadi lebih efisien.

### iii) Koordinasi yang lebih baik

BIM membolehkan pihak yang berkepentingan dalam pengurusan rantaian bekalan, seperti pembekal bahan, kontraktor, dan jurutera, untuk bekerja secara bersama-sama dalam persekitaran yang terintegrasi. Mereka dapat bekerjasama dan berkomunikasi dengan lebih baik melalui platform BIM yang mempunyai data yang seragam dan saling berkaitan. Ini membantu meningkatkan koordinasi antara pihak-pihak yang terlibat, mengurangkan konflik dan kelewatan, dan memastikan rantaian bekalan berjalan lancar.

### iv) Analisis dan simulasi yang lebih baik

BIM membolehkan penggunaan alat analisis dan simulasi yang canggih. Dalam konteks pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan, BIM dapat digunakan untuk menjangkakan dan mengoptimumkan keperluan bahan pada setiap tahap projek. Pengurus rantaian bekalan dapat melakukan simulasi terhadap jadual penghantaran, persediaan, dan penggunaan bahan untuk mengenal pasti potensi risiko dan membangun strategi pengurusan risiko yang lebih baik.

### v) Peningkatan kebolehcapaian

BIM memudahkan akses kepada maklumat yang relevan mengenai bahan pembinaan, seperti spesifikasi teknikal, sumber pembekal, sijil kualiti, dan dokumen lain. Ini membantu pengurus rantaian bekalan membuat

keputusan yang lebih baik dan mempercepat proses pengurusan bahan. Maklumat yang mudah diakses dan terkini juga meningkatkan kebolehcapaian pihak-pihak terlibat dalam rantaian bekalan.

### 2.3 Cabaran mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan

BIM telah ditubuhkan selama kira-kira dua dekad, tetapi ia baru sahaja mendapat pengiktirafan dalam komuniti profesional. Di Malaysia, kerajaan telah membuat beberapa inisiatif untuk mempromosikan penggunaan BIM supaya ia boleh digunakan secara meluas oleh syarikat pembinaan untuk meningkatkan lagi kualiti industri pembinaan (Noor Akmal Adillah Ismail et al 2022). Walau bagaimanapun, pelaksanaan BIM di Malaysia telah menghadapi beberapa cabaran terutamanya di kalangan syarikat pembinaan bersaiz lebih kecil. Disebabkan oleh beberapa kekangan yang wujud, penggunaan teknologi BIM Malaysia adalah lebih perlahan daripada yang diunjurkan (Yasser Yahya Al-Ashmori et al., 2022). Mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan melibatkan beberapa cabaran yang perlu diatasi. CIDB (2022) menyatakan beberapa cabaran yang mungkin timbul:

#### i) Ketersediaan Data yang Terperinci

Untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan, data yang terperinci mengenai bahan-bahan pembinaan perlu dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam model BIM. Namun, ketersediaan data yang terperinci mengenai bahan pembinaan dari pelbagai pembekal boleh menjadi cabaran. Sumber data yang tidak lengkap boleh menyukarkan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan.

#### ii) Integrasi Sistem dan Standardisasi

Dalam pengurusan rantaian bekalan, terdapat pelbagai sistem dan proses yang terlibat dari pelbagai pihak, termasuk pemaju, pembekal bahan, kontraktor, dan lain-lain. Mengintegrasikan sistem ini dengan BIM untuk membolehkan pertukaran data yang lancar dan komunikasi yang efektif adalah cabaran lain. Diperlukan standardisasi dalam bentuk format data dan protokol komunikasi untuk memastikan kompatibiliti dan kerjasama yang baik di antara semua pihak yang terlibat.

#### iii) Keselamatan Data

BIM melibatkan pertukaran data yang luas dan sensitif di antara pelbagai pihak. Oleh itu, cabaran penting adalah memastikan keselamatan dan keselamatan data ketika mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan. Perlindungan terhadap ancaman siber dan perlindungan hak milik intelektual adalah aspek penting yang perlu diambil kira.

#### iv) Pendidikan dan Kesedaran

Memperkenalkan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan memerlukan pendidikan dan kesedaran yang meluas di kalangan semua pihak yang terlibat. Tenaga kerja perlu dilatih untuk memahami dan menggunakan teknologi BIM, dan perlu ada kesedaran mengenai manfaat dan peluang yang ditawarkan oleh BIM dalam pengurusan rantaian bekalan.

#### v) Pematuhan dan Perubahan Budaya

Mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan mungkin melibatkan perubahan budaya dan sikap yang ada. Pemaju, pembekal, dan kontraktor perlu berkomitmen untuk mematuhi proses dan praktik yang berbeza dalam pengurusan rantaian bekalan yang disertakan dalam BIM. Ini mungkin melibatkan perubahan dalam cara mereka bekerja dan bekerjasama.

### 2.4 Langkah-langkah untuk menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri untuk menambahbaik pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan

Menggalakkan penggunaan Building Information Modeling (BIM) dalam kalangan pemain industri untuk meningkatkan pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan melibatkan beberapa langkah yang strategik. Menurut Sholeh et al., (2020) menggabungkan langkah-langkah ini dalam boleh membantu mewujudkan persekitaran di mana penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan binaan menjadi amalan biasa dalam industri pembinaan. Berikut adalah beberapa langkah yang boleh diambil:

#### i) Pendidikan dan Kesedaran

Menyediakan program latihan dan pendidikan kepada pemain industri berkenaan kelebihan dan kegunaan BIM dalam menguruskan rantaian bekalan bahan binaan. Jalankan kempen kesedaran melalui seminar, bengkel dan sumber maklumat untuk menunjukkan nilai tambah BIM dalam menambah baik proses pengurusan rantaian bekalan.

#### ii) Kerjasama Industri

Menggalakkan kerjasama antara pemain industri, termasuk kontraktor, pembekal bahan, jurutera dan pihak lain dalam projek pembinaan. Anjurkan forum dan mesyuarat industri untuk berkongsi pengalaman dan kejayaan menggunakan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan.

#### iii) Projek Demonstrasi

Memilih projek penting atau strategik sebagai projek contoh untuk menggunakan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan. Kongsi pengalaman dan faedah yang diperolehi daripada projek demonstrasi ini untuk memberi keyakinan kepada pemain industri yang lain.

#### iv) Insentif dan Pengecualian

Kerajaan boleh menyediakan insentif atau pengecualian cukai kepada syarikat yang menggunakan BIM dalam projek pembinaan mereka. Pengecualian atau insentif mungkin termasuk rebat cukai, bantuan kewangan atau ganjaran lain untuk syarikat yang terlibat secara aktif dalam penggunaan BIM. Hal ini dapat menarik minat organisasi lain untuk menggunakan perisian BIM.

#### v) Pengintegrasian BIM dalam Peraturan dan Standard Industri

Bekerjasama secara aktif dengan pihak berkuasa untuk menyepadukan keperluan penggunaan BIM ke dalam peraturan dan piawai industri pembinaan. Pastikan dokumen perjanjian kontrak termasuk elemen dan garis panduan BIM untuk pengurusan rantaian bekalan.

### 3. Metodologi Kajian

#### 3.1 Kaedah Kajian Kuantitatif

Metodologi adalah kaedah untuk menjalankan kajian dan menerangkan prosedur atau teknik khusus yang digunakan untuk mengenal pasti, memilih dan menganalisis maklumat yang digunakan dalam kajian ini (Kallet, 2004). Pendekatan kuantitatif ialah penyelidikan yang menekankan kepada fenomena-fenomena objektif dan dikawal melalui pengumpulan dan analisis data (Chua, 2006). Menurut Bryman & Cramer (1996), proses penyelidikan kuantitatif mengandungi unsur konsep, pemilihan responden, reka bentuk kajian, mengumpul data, menganalisis data dan penemuan data. Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk dijalankan dalam mengumpul data daripada kumpulan sampel yang disasarkan dengan menggunakan soal selidik. Pendekatan ini digunakan untuk meneliti dan mengenal pasti setiap objektif kajian.

Soal selidik adalah instrumen daripada kaedah kuantitatif. Menurut Kamus Dewan Edisi Keempat, soal selidik ialah sejumlah soalan yang dikemukakan secara berterusan dalam borang tertentu untuk dijawab oleh sebilangan orang dalam usaha mencari dan mengumpulkan maklumat tertentu. Ia merupakan senarai soalan tinjauan yang akan dibangkitkan kepada responden daripada saiz sampel berdasarkan statistik dan nombor. Selain itu, kajian ini akan menggunakan kaedah kuantitatif untuk mengenal pasti kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan dan seterusnya mencapai objektif kedua dan ketiga. Soal selidik terdiri daripada senarai soalan dan mempunyai arahan yang jelas. Tujuannya adalah untuk menyemak sama ada penyelidikan itu serasi dengan objektif mengikut soal selidik.

Dalam penyelidikan ini, kajian ini akan dijalankan menggunakan kaedah tinjauan dan alat untuk mengumpul data ialah soal selidik yang terdiri daripada empat bahagian seperti berikut:

- a) Bahagian A: Latar Belakang Responden (Demografi)
- b) Bahagian B: Kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan.
- c) Bahagian C : Cabaran mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan.
- d) Bahagian D : Langkah-langkah untuk menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri untuk
- e) menambahbaik pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan

### 3.2 Analisis Data

Analisis data merangkumi penilaian hasil pembelajaran. Selepas data dikumpul, kajian ini beralih kepada tugas menganalisisnya. Dalam penyelidikan ini, data yang dikumpul dianalisis menggunakan perisian Statistical Package for Social Science (SPSS) versi 22.0. SPSS berupaya membantu penyelidik mengurus, mempersembahkan dan menganalisis sejumlah besar data dengan mencipta keputusan yang cepat dan tepat dalam bentuk jadual dan carta grafik serta menentukan kekerapan, peratusan, min dan pemingkatan data yang dikumpul (Landau & Everitt, 2004). Justeru, hasil kajian ini dianalisis dan dirumuskan dengan menggunakan analisis deskriptif (Neuman, 2012). Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan data dan fenomena yang dikaji supaya lebih mudah difahami.

Selain itu, hasil kajian ini dianalisis dan dirumuskan dengan menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif bertujuan untuk menggambarkan data dan ciri-ciri tentang populasi atau fenomena yang dikaji supaya lebih mudah difahami. Oleh itu, hasil dalam penyelidikan yang dihasilkan daripada analisis deskriptif ini membolehkan pengkaji menentukan kebaikan, cabaran dan kesan yang utama dalam penggunaan BIM dalam pengurusan bekalan bahan pembinaan.

## 4. Analisis Data dan Dapatan Kajian

Bahagian ini menerangkan dapatan data yang telah dikumpul melalui pengedaran borang soal selidik yang diterima oleh responden melalui e-mel dalam bentuk google form. Responden yang terlibat iaitu pihak kontraktor gred 7 di Johor Bahru. Sebanyak 200 set borang soal selidik telah dihantar melalui e-mel kepada pihak kontraktor yang dipilih untuk dijawab. Walaupun terdapat 200 borang soal selidik yang telah dihantar, hanya 110 borang soal selidik telah diterima semula untuk kajian ini. Menurut Story, D. A., & Tait, A. R. (2019), jumlah responden yang mencukupi sekurang-kurangnya 40% sudah memadai bagi memberikan maklumat kepada pencapaian objektif kajian.

Analisis data ini diperlukan bagi menentukan kebolehcapaian objektif kajian. Semua keputusan dan angka telah dijadualkan sama ada dalam graf atau jadual melalui perisian *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Seterusnya, data tersebut dipersembahkan ke dalam bentuk peratusan dan min. Dengan cara tersebut hasil analisis kajian dapat difahami dengan lebih mudah dan jelas.

### 4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 1 Latar Belakang Responden

Bil	Maklumat Responden	Frekuensi	Peratus (%)
1	Jantina		
	Lelaki	66	60
	Perempuan	44	40
2	Tahap Pendidikan		
	Sijil	9	8.2
	Diploma	40	36.4
	Ijazah Sarjana Muda	47	42.7
	Phd	9	8.2
	Master	3	2.7
	Lain-lain	2	1.8
3	Pengalaman Bekerja		
	Kurang dari 1 tahun	27	24.5
	1 – 5 tahun	62	56.4
	6 – 10 tahun	21	19.1
4	Pengetahuan Organisasi Tentang Perisian BIM		
	Ya	110	100
	Tidak	0	0
5	Pengalaman Dalam Menggunakan Perisian BIM		
	Ya	92	83.6
	Tidak	18	16.4

Berdasarkan Jadual 1 di atas, seramai 110 orang responden yang terlibat dalam kajian ini. Majoriti responden yang menjawab soal selidik untuk kajian ini adalah lelaki iaitu seramai 66 orang bersamaan 60% manakala responden perempuan adalah seramai 44 orang sahaja iaitu bersamaan 40%. Seterusnya, seramai 47



responden mempunyai tahap pendidikan Ijazah Sarjana Muda (42.7%) diikuti dengan Diploma seramai 40 orang (36.4%). Tahap pendidikan bagi Sijil dan Phd mempunyai nilai responden yang sama iaitu seramai 9 orang (8.2%). Tahap pendidikan Master mempunyai 3 orang responden (2.7%) dan dari lain-lain mencatat responden seramai 2 orang sahaja (1.8%). Hasil daripada dapatan kajian ini menunjukkan majoriti responden mempunyai tahap pendidikan yang baik. Oleh itu, maklum balas daripada responden boleh dipercayai dan tepat. Selain itu, majoriti responden yang menjawab borang soal selidik telah bekerja selama 1 – 5 tahun iaitu seramai 62 orang bersamaan 56.4%. Responden yang bekerja kurang dari 1 tahun ialah seramai 27 orang bersamaan 24.5% dan responden yang bekerja 6 – 10 tahun adalah seramai 21 orang bersamaan 19.1%. Berdasarkan data ini, kebanyakan responden yang menjawab borang soal selidik boleh dikatakan telah memiliki pengalaman yang mencukupi dalam industri pembinaan justeru menjadikan maklum balas yang diterima dari setiap objektif kajian yang dilakukan lebih sahih (Othman, 2018). Secara keseluruhannya, majoriti syarikat pembinaan gred 7 di Johor Bahru tahu tentang perisian BIM. Hal ini disebabkan oleh salah satu usaha kerajaan Malaysia yang telah menggalakkan penggunaan BIM melalui pelbagai inisiatif. Program Transformasi Industri Pembinaan (CITP) dan Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) telah memainkan peranan penting dalam mempromosikan BIM sebagai sebahagian daripada usaha untuk memodenkan industri pembinaan. Daripada 110 responden, hanya 18 orang responden sahaja yang tidak mempunyai pengalaman dalam menggunakan perisian BIM (16.4%). Selebihnya, iaitu seramai 92 orang pernah menggunakan perisian BIM (83.6%). Secara keseluruhannya, dapatan dari maklumat latar belakang responden menunjukkan bahawa responden yang mengambil bahagian adalah bersesuaian dan mempunyai pengalaman yang mencukupi dalam bidang kajian ini.

#### 4.2 Kebaikan Penggunaan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Jadual 2 menunjukkan julat indeks min bagi menentukan tahap persetujuan. Sekiranya nilai indeks min berada diantara 1.00 – 2.49, tahap persetujuan adalah rendah. Jika nilai 2.50 – 3.79, maka tahap persetujuan adalah sederhana. Manakala, tahap persetujuan tinggi adalah diantara nilai 3.80 – 5.00.

**Jadual 2 Interpretasi Skor Min (Jamil, 2002)**

Jadual Indeks	Interpretasi
1.00 – 2.49	Rendah
2.50 – 3.79	Sederhana
3.80 – 5.00	Tinggi

Jadual 3 di bawah menunjukkan keputusan analisis deskriptif kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan. Berdasarkan Jadual 3, hasil dapatan kajian mendapati nilai min yang tertinggi adalah sebanyak 4.27. Hal ini menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan yang paling utama ialah dapat memberikan pandangan menyeluruh tentang projek pembinaan secara digital. BIM melibatkan penggunaan model 3D digital untuk menyepadukan maklumat dan data yang berkaitan dengan keseluruhan kitaran hayat projek bangunan, daripada proses perancangan sehinggalah ke proses penyelenggaraan.

**Jadual 3 Kebaikan Penggunaan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan**

Bil	Pernyataan	Min	Tahap Interpretasi min
1	Kurang berlakunya kesilapan dalam proses pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan	3.84	Tinggi
2	Dapat membantu dalam mengelakkan 'variation order' (VO)	3.73	Sederhana
3	Dapat mengenal pasti setiap komponen dalam proses pembinaan dengan begitu terperinci	3.95	Tinggi
4	Analisis perisian BIM yang lebih baik membolehkan penggunaan bahan binaan secara optimum	4.23	Tinggi
5	Dapat memberikan pandangan menyeluruh tentang projek pembinaan secara digital	4.27	Tinggi
6	Pengurusan bahan binaan yang lebih cekap	3.91	Tinggi
7	Dapat mengenal pasti risiko yang boleh berlaku berkaitan projek pembinaan	3.91	Tinggi

8 Dapat mengurangkan pembaziran bahan binaan 3.88 Tinggi

Seterusnya, responden bersetuju bahawa analisis perisian BIM yang lebih baik membolehkan penggunaan bahan binaan secara optimum merupakan nilai kedua tertinggi iaitu sebanyak 4.23. Salah satu fungsi dalam perisian BIM adalah alat simulasi dan analisis yang membolehkan arkitek dan jurutera menilai prestasi bahan yang digunakan dalam keadaan yang berbeza.

Selain itu, kebaikan yang ketiga tertinggi iaitu 3.95. Majoriti responden bersetuju bahawa BIM dapat mengenal pasti setiap komponen dalam proses pembinaan dengan begitu terperinci. Setiap komponen dalam model BIM boleh mempunyai maklumat atribut yang berkaitan, seperti jenis bahan, dimensi, nombor bahagian dan spesifikasi teknikal. Maklumat ini boleh dimasukkan ke dalam model untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang setiap elemen pembangunan.

### 4.3 Cabaran Mengintegrasikan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Jadual 4 menunjukkan keputusan analisis deskriptif cabaran mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan. Berdasarkan 2, nilai min yang tertinggi ialah 4.03 yang menunjukkan bahawa BIM memerlukan penggunaan peralatan teknologi yang canggih adalah antara cabaran utama dalam mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan.

**Jadual 4** Cabaran Mengintegrasikan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Bil	Pernyataan	Min	Tahap Interpretasi min
1	Kurang pengetahuan tentang perisian BIM	4.01	Tinggi
2	Ketersediaan data tentang bahan pembinaan yang terhad daripada pembekal untuk dimasukkan di dalam BIM	3.88	Tinggi
3	BIM memerlukan penggunaan peralatan teknologi yang canggih	4.03	Tinggi
4	Penggunaan BIM dalam industri pembinaan di Malaysia yang masih baharu	3.94	Tinggi
5	Kekurangan pakar BIM yang cekap untuk diupah di Malaysia	4.01	Tinggi
6	Pengetahuan yang tidak mencukupi mengenai penggunaan teknologi BIM	3.92	Tinggi
7	Syarikat pembinaan tidak sanggup untuk menghantar pekerja mereka ke latihan penggunaan BIM	3.99	Tinggi
8	Penggunaan perisian BIM adalah kompleks	3.92	Tinggi
9	Kekurangan sumber kewangan	4.02	Tinggi
10	Pekerja generasi lama masih berpendapat bahawa kaedah tradisional lama adalah kaedah yang paling sesuai	3.94	Tinggi
11	Perisian BIM tidak serasi dengan kontraktor, subkontraktor dan pihak lain yang terlibat dalam projek yang sama	3.99	Tinggi

Cabaran kekurangan sumber kewangan mencatatkan nilai min yang kedua tertinggi iaitu sebanyak 4.02. Menyesuaikan aliran kerja yang sedia ada untuk digabungkan dengan perisian BIM boleh menjadi satu cabaran. Mengintegrasikan BIM ke dalam proses yang telah ditetapkan mungkin memerlukan perubahan dalam pengurusan projek, kerjasama dan komunikasi, yang mungkin melibatkan kos tambahan (Ahmed, S. 2018). Sesetengah organisasi mungkin perlu menyesuaikan perisian BIM untuk menyelaraskan dengan keperluan khusus mereka. Dalam kes tertentu, penggunaan aplikasi tambahan untuk meningkatkan fungsi BIM boleh menambah lagi kos keseluruhan.

### 4.4 Langkah-Langkah Untuk Menggalakkan Penggunaan BIM Dalam Kalangan Pemain Industri Untuk Menambahbaik Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Jadual 5 menunjukkan keputusan analisis deskriptif langkah-langkah untuk menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri untuk menambahbaik pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan. Nilai min yang tertinggi iaitu sebanyak 3.99 yang menunjukkan hampir kesemua responden bersetuju bahawa subsidi daripada kerajaan dapat menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri untuk menambahbaik pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan.



**Jadual 5** Langkah-Langkah Untuk Menggalakkan Penggunaan BIM Dalam Kalangan Pemain Industri Untuk Menambahbaik Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Bil	Pernyataan	Min	Tahap Interpretasi min
1	Menyokong undang-undang yang memerlukan penggunaan BIM dalam projek-projek besar atau kerajaan.	3.95	Tinggi
2	Memberikan sokongan kewangan untuk pekerja mendapatkan sijil atau kelayakan yang berkaitan dengan BIM.	3.90	Tinggi
3	Mewujudkan garis panduan yang jelas mengenai penggunaan BIM dalam projek pembinaan, termasuk aspek seperti tahap butiran yang diharapkan dalam model BIM.	3.95	Tinggi
4	Memastikan infrastruktur IT yang mencukupi untuk menyokong penggunaan BIM dalam projek pembinaan.	3.95	Tinggi
5	Mengukur dan menilai projek-projek yang melibatkan BIM untuk mengukur kesan positifnya terhadap kos, jangka masa, dan keselamatan.	3.88	Tinggi
6	Bekerjasama dengan institusi pengajian tinggi untuk menyediakan kursus yang berkaitan dengan BIM.	3.95	Tinggi
7	Program pendidikan untuk pemaju, kontraktor, dan pembuat dasar yang berkaitan dengan pengetahuan perisian BIM	3.93	Tinggi
8	Subsidi daripada kerajaan	3.99	Tinggi

Selain itu, terdapat tiga langkah-langkah yang mencatatkan min yang sama iaitu sebanyak 3.95. Langkah-langkah tersebut ialah menyokong undang-undang yang memerlukan penggunaan BIM dalam projek-projek besar atau kerajaan, mewujudkan garis panduan yang jelas mengenai penggunaan BIM dalam projek pembinaan, termasuk aspek seperti tahap butiran yang diharapkan dalam model BIM dan bekerjasama dengan institusi pengajian tinggi untuk menyediakan kursus yang berkaitan dengan BIM.

## 4.5 Perbincangan

### a) Keباikan Penggunaan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Hasil dapatan kajian mendapati nilai min yang tertinggi adalah sebanyak 4.27. Hal ini menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa kebaikan penggunaan BIM dalam pengurusan rantaian bekalan bahan pembinaan yang paling utama ialah dapat memberikan pandangan menyeluruh tentang projek pembinaan secara digital. Menurut Deng *et al.*, (2019), BIM menyediakan gambaran visual secara digital keseluruhan projek pembinaan, membolehkan pihak berkepentingan untuk menggambarkan dan memahami proses rantaian bekalan yang akan berlaku. Visualisasi secara digital ini dapat membantu mengenal pasti kemungkinan konflik, pelanggaran atau ketidaksempurnaan yang mungkin boleh berlaku ketika proses rantaian bekalan, membolehkan penyelesaian masalah yang proaktif dilakukan justeru dapat mengurangkan kerja yang berlebihan.

Perisian BIM dapat mengurus sebarang perubahan yang berlaku secara berkesan. Jika reka bentuk atau perubahan spesifikasi berlaku, BIM boleh mengemas kini secara automatik kuantiti dan jenis bahan yang diperlukan. Hal ini membantu mengelakkan ralat dalam pengiraan dan memastikan pengguna sentiasa mempunyai gambaran yang tepat tentang penggunaan bahan. Ini boleh membawa kepada pilihan terhadap bahan yang boleh menawarkan keseimbangan kos, kemapanan dan prestasi yang terbaik (Jin, R., Zhong, B., Ma, L., Hashemi, A., & Ding, L. 2019).

### b) Cabaran Mengintegrasikan BIM Dalam Pengurusan Rantaian Bekalan Bahan Pembinaan

Hasil dari dapatan kajian mendapati cabaran yang mencatat nilai min yang terendah iaitu sebanyak 3.88 adalah ketersediaan data tentang bahan pembinaan yang terhad daripada pembekal untuk dimasukkan di dalam BIM. Patacas *et al.*, (2020) menyatakan bahawa keseragaman data adalah aspek penting untuk menjayakan pelaksanaan BIM. Ia melibatkan penentuan format, struktur dan protokol yang konsisten untuk pertukaran dan pengurusan maklumat dalam BIM. Keseragaman ini memudahkan kerjasama dan keserasian data sepanjang kitaran hayat projek pembangunan. Data yang tidak konsisten ketika proses rantaian bekalan untuk dikemas kini dalam perisian BIM boleh menghalang produktiviti dan kerjasama diantara pihak berkepentingan (Lee *et al.*, 2021).

Menurut Vilutiene, T., Hosseini, M. R., Pellicer, E., & Zavadskas, E. K. (2019) BIM bergantung pada alat teknologi yang canggih atas beberapa sebab, kerana ia melibatkan proses penciptaan, pengurusan dan simulasi

digital bagi ciri fizikal dan fungsi sesebuah bangunan. Untuk menggambarkan model dan simulasi 3D yang kompleks, graphics processing unit GPU yang canggih diperlukan. Alat ini meningkatkan keupayaan pemaparan perisian BIM, membolehkan pengguna menganalisis model digital dengan grafik yang berkualiti tinggi.

Menyesuaikan aliran kerja yang sedia ada untuk digabungkan dengan perisian BIM boleh menjadi satu cabaran. Mengintegrasikan BIM ke dalam proses yang telah ditetapkan mungkin memerlukan perubahan dalam pengurusan projek yang mungkin melibatkan kos tambahan (Ahmed, S. 2018). Setengah organisasi mungkin perlu menyesuaikan perisian BIM untuk menyelaraskan dengan keperluan khusus mereka. Dalam kes tertentu, penggunaan aplikasi tambahan untuk meningkatkan fungsi BIM boleh menambah lagi kos keseluruhan.

Selain itu, cabaran yang mencatat nilai min yang terendah iaitu sebanyak 3.88 adalah ketersediaan data tentang bahan pembinaan yang terhad daripada pembekal untuk dimasukkan di dalam BIM. Patacas *et al.*, (2020) menyatakan bahawa keseragaman data adalah aspek penting untuk menjayakan pelaksanaan BIM. Ia melibatkan penentuan format, struktur dan protokol yang konsisten untuk pertukaran dan pengurusan maklumat dalam BIM. Keseragaman ini memudahkan kerjasama dan keserasian data sepanjang kitaran hayat projek pembangunan. Data yang tidak konsisten ketika proses rantai bekalan untuk dikemas kini dalam perisian BIM boleh menghalang produktiviti dan kerjasama diantara pihak berkepentingan (Lee *et al.*, 2021).

#### c) Langkah-Langkah Untuk Menggalakkan Penggunaan BIM Dalam Kalangan Pemain Industri Untuk Menambahbaik Pengurusan Rantai Bekalan Bahan Pembinaan

Cabaran yang dihadapi terhadap mengintegrasikan BIM dalam pengurusan rantai bekalan bahan pembinaan dapat diatasi dengan langkah-langkah penambahbaik untuk menggalakkan penggunaan BIM dalam kalangan pemain industri. Kerajaan boleh menyediakan insentif kewangan, seperti subsidi atau kredit cukai, kepada syarikat dan profesional untuk memperoleh lesen perisian BIM. Menurut Ruslan, N. I. S., & Yahya, M. Y. (2022) organisasi perlu menanggung kos yang tinggi untuk memperoleh perisian yang diperlukan untuk melaksanakan BIM dalam kerja mereka. Tambahan pula, dana harus diperuntukkan untuk melatih kakitangan tentang cara menggunakan perisian tersebut. Dengan mengurangkan beban kewangan yang dihadapi oleh organisasi untuk mengakses perisian BIM dapat menggalakkan lebih banyak organisasi melabur dalam perisian BIM ini dan menggalakkan penerimaan BIM secara meluas dalam projek pembinaan (Olanrewaju *et al.*, 2020).

Institusi pengajian tinggi boleh merancang dan menawarkan kursus yang menumpukan pada kemahiran dan pengetahuan BIM. Kursus-kursus ini mungkin meliputi kemahiran dalam penggunaan perisian BIM, kerjasama projek, pengurusan data dan topik lain yang berkaitan. Casasayas *et al.*, (2021) menyatakan dengan menyediakan pelajar dengan pendidikan yang berkaitan dengan BIM, mereka akan lebih bersedia untuk memasuki alam pekerjaan dengan kemahiran tentang BIM yang telah mereka peroleh untuk menyumbang kepada projek-projek yang menggunakan BIM dan membolehkan pertumbuhan industri.

## 5. Kesimpulan

Dalam kajian ini penyelidik memperolehi dapatan data yang diperolehi dari responden berdasarkan borang soal selidik yang telah diedarkan secara atas talian. Secara keseluruhannya, kajian ini dapat memaparkan dapatan data yang menjawab setiap persoalan kajian. Ketiga-tiga objektif kajian ini juga telah dapat dicapai hasil daripada analisis yang telah dijalankan. Kajian ini dijalankan untuk menangani masalah utama dalam mengintegrasikan penggunaan perisian BIM dalam pengurusan rantai bekalan bahan pembinaan. Di samping itu, kontraktor boleh merujuk isu-isu serta cabaran yang berkaitan dengan penggunaan BIM dalam pengurusan rantai bekalan bahan pembinaan untuk mengambil tindakan yang bersesuaian. Akhir sekali, kajian ini adalah bertujuan untuk memberi manfaat dan rujukan kepada pihak-pihak seperti pakar akademik; kontraktor tempatan dan kerajaan tempatan. Pakar-pakar akademik yang berkaitan boleh merujuk kepada topik berkaitan dan diharapkan dapat digunakan dalam membantu bidang pengajian akademik yang berkaitan pada masa hadapan.

## Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia untuk segala sokongan yang diberikan.

## 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:** Muhammad Hamizan Abdul Rauf, Norliana Sarpin; **pengumpulan data:** Muhammad Hamizan Abdul Rauf;

**analisis dan interpretasi hasil:** Muhammad Hamizan Abdul Rauf; **penyediaan draf manuskrip:** Muhammad Hamizan Abdul Rauf, Norliana Sarpin, Zailawati Khalid, Seow Ta Wee, Goh Kai Chen. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

## Rujukan

- Abbasnejad, B., Nepal, M. P., Ahankoob, A., Nasirian, A., & Drogemuller, R. (2021). Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review. *Architectural Engineering and design management*, 17(5-6), 411-433
- Ahankoob, A., Manley, K., & Abbasnejad, B. (2022). The role of contractors' building information modelling (BIM) experience in realising the potential values of BIM. *International Journal of Construction Management*, 22(4), 588-599.
- Akomah, B. B., Ahinaquah, L. K., & Mustapha, Z. (2020). Skilled labour shortage in the building construction industry within the central region. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, 0(8), pp. 83-92.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., & Al-Aidrous, A. H. M. (2022). "Values, Challenges, and Critical Success Factors" of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: Experts Perspective. *Sustainability*, 14(6), 3192.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., Sabah, S. A., Rafindadi, A. D. U., & Mikić, M. (2020). BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 1013-1019.
- Chen, P. H., & Nguyen, T. C. (2019). A BIM-WMS integrated decision support tool for supply chain management in construction. *Automation in Construction*, 98, 289-301.
- Horner RM, El-Haram MA, Munns AK. (1997) Strategi Penyelenggaraan Bangunan: Pengurusan Baru Pendekatan. *Jurnal daripada Qualin dalam Penyelenggaraan Kejuruteraan*. 1;3(4):273-80
- Deng, Y., Gan, V. J., Das, M., Cheng, J. C., & Anumba, C. (2019). Integrating 4D BIM and GIS for construction supply chain management. *Journal of construction engineering and management*, 145(4), 04019016.
- Gamil, Y., & Rahman, I. A. R. (2019). Awareness and challenges of building information modelling (BIM) implementation in the Yemen construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- 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).
- Hijazi, A. A., Perera, S., Calheiros, R. N., & Alashwal, A. (2021). Rationale for the integration of BIM and blockchain for the construction supply chain data delivery: A systematic literature review and validation through focus group. *Journal of construction engineering and management*, 147(10), 03121005.
- Hussein, M., Eltoukhy, A. E., Karam, A., Shaban, I. A., & Zayed, T. (2021). Modelling in off-site construction supply chain management: A review and future directions for sustainable modular integrated construction. *Journal of cleaner production*, 310, 127503.
- Ibrahim, H. S., Hashim, N., & Jamal, K. A. A. (2019, November). The potential benefits of building information modelling (BIM) in construction industry. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 385, No. 1, p. 012047)*. IOP Publishing.
- Le, P. L., Chaabane, A., & Dao, T. M. (2022). BIM contributions to construction supply chain management trends: an exploratory study in Canada. *International journal of construction management*, 22(1), 66-84.
- Lee, M. L., Lee, Y. L., Goh, S. L., Koo, C. H., Lau, S. H., & Chong, S. Y. (2021). Case Studies and Challenges of Implementing Geotechnical Building Information Modelling in Malaysia. *Infrastructures*, 6(10), 145.
- Nashir, A. H. M., Shukor, S. A., & Sheikhi, A. I. D. A. (2020). Sustainable Supply Chain Management in Malaysia: Issues and Futures. *Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia*, 9(2), 50-68.
- Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., & Al-Bared, M. A. M. (2021). The level of building information modelling (BIM) implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455-463.
- Sinoh, S. S., Othman, F., & Ibrahim, Z. (2020). Critical success factors for BIM implementation: a Malaysian case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2737-2765.
- Ullah, K., Lill, I., & Witt, E. (2019, May). An overview of BIM adoption in the construction industry: Benefits and barriers. In 10th Nordic conference on construction economics and organization (Vol. 2, pp. 297-303). Emerald Publishing Limited.
- Wang, Z., Wang, T., Hu, H., Gong, J., Ren, X., & Xiao, Q. (2020). Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in construction*, 111, 103063.
- Zulhumadi, F., Abdullah, C. S., Ahmad, A., & Udin, Z. M. (2013). Construction supply chain management practices in Malaysia. *Malaysia construction research journal (MCRJ)*, 37.