

Penggunaan IBS Dalam Pengurusan Projek bagi Projek Rumah Mampu Milik: Kajian Kes di Melaka

The Use of IBS in Project Management for Affordable Housing Projects: A Case Study in Melaka

Abdul Mukmin Che Jantan¹, Sharifah Meryam Shareh Musa^{1,2*}, Rozlin Zainal^{1,2}, Narimah Kasim^{1,2}

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

² Centre of Excellent Project & Facilities Management (ProFMs), Fakulti Pengurusan Teknologi dan
Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: meryam@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.02.052>

Maklumat Artikel

Diserah: 30 September 2024

Diterima: 1 November 2024

Diterbitkan: 1 Disember 2024

Kata Kunci

Rumah mampu milik, IBS, Kualiti,
Kos, Masa, Pengurusan Projek

Abstrak

Kadar pertumbuhan sosio-ekonomi yang semakin berkembang di Melaka secara tidak langsung meningkatkan permintaan rumah kediaman mampu milik. Kaedah Sistem Pembinaan Industrialisasi (IBS) adalah salah satu cara yang berkesan dalam menangani masalah permintaan kediaman yang semakin meningkat ini selain menyediakan pengurusan projek yang cekap berjalan dengan singkat, jimat kos dan kualiti pembinaan yang baik. Oleh itu, objektif kajian ini mengenalpasti aspek kualiti komponen IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik, mengenalpasti pengaruh komponen IBS terhadap kos projek rumah mampu milik, mengkaji kesan penggunaan komponen IBS dari segi masa dalam projek rumah mampu milik di Melaka. Kajian ini dijalankan ke atas kontraktor menggunakan IBS dalam projek rumah mampu milik di Melaka. Metodologi kajian yang digunakan dalam kajian ini ialah pendekatan kajian kualitatif yang menggunakan data primer, kajian lapangan, temu bual dan risalah reka bentuk dengan syarikat pembinaan terpilih sebagai sumber data. Hasil kajian menunjukkan perkara yang dinilai terdiri daripada kualiti produk IBS yang digunakan, pengaruh IBS yang digunakan kepada kos keseluruhan projek dan kesan penggunaan IBS terhadap masa pembinaan oleh sesebuah syarikat kontraktor di Melaka. Kesimpulannya, penggunaan produk IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik memenuhi keperluan rumah yang mempunyai kualiti dan piawaian yang baik. Penggunaan produk IBS ini turut menjimatkan kos keseluruhan projek pembinaan rumah mampu milik dan mampu menyingkat tempoh masa pembinaan yang dijalankan.

Keywords

Affordable house, IBS, Quality, Cost,
Time, Contractor, Project

Abstract

As a result of the significant economic recovery in the past two years, the Malaysian housing construction industry has experienced significant

Management

improvement. Like the state of Melaka, the rate of socio-economic growth also experienced an increase which indirectly increased the demand for affordable housing. However, conventional construction is still used now, causing the problem of demand for affordable housing to be difficult to contain. The industrialized construction system (IBS) method is one of the most effective ways of dealing with the problem of increasing residential demand. It also provides efficient project management that runs in a short time, saves costs, and has good construction quality. Therefore, the objective of this study is to identify the quality achievement of IBS components used in affordable housing projects, to identify the achievement of IBS components on the cost of affordable housing projects, to study the impact of using IBS components in terms of time in affordable housing projects in Melaka. This study was conducted on contractors using IBS in an affordable housing project in Melaka. The research methodology used in this study is a qualitative research approach that uses primary data, field studies, interviews, and brochure design from selected construction companies as data sources. In conclusion, this study is expected to show IBS's achievements in managing affordable housing projects for contractors who still use traditional methods.

1. Pengenalan

Dalam industri pembinaan Malaysia, kaedah lebih sistematik dan berjentera yang dipanggil Sistem Binaan Berindustri (IBS) telah muncul sebagai alternatif kepada kaedah konvensional yang telah lama digunakan oleh pemain pembinaan. Setiap negeri di Malaysia kini sedang meneliti perkembangan IBS dan potensinya untuk mengatasi kekurangan tempat tinggal di negara ini (Mydin, 2014). Selain itu, penggunaan IBS mempunyai kelebihan lain seperti masa pembinaan yang singkat, penjimatan kos, pergantungan buruh yang rendah, kualiti produk siap yang lebih baik, penggunaan bahan binaan yang optimum, pengurangan sisa dan aspek keselamatan tapak binaan. Kesan produk IBS ini memanfaatkan kemajuan impak bangunan negara dan menjanjikan persekitaran yang lebih hijau (Eng, 2017).

1.1 Latarbelakang Kajian

Penggunaan sistem IBS yang mula diperkenalkan sedekad lalu telah mempercepatkan proses pembinaan rumah di Malaysia. Kebanyakan rumah yang menggunakan kaedah ini lebih cekap kerana aspek penjadualan kerja boleh dilakukan mengikut masa yang ditetapkan. Ini secara tidak langsung telah membangkitkan minat kerajaan untuk menggunakan kaedah berkesan ini dalam program bantuan perumahan penduduk B40 dan M40 bagi memastikan mereka dapat memperoleh kediaman dengan kualiti dan standard yang diperlukan. Jadi, konsep penggunaan IBS ini perlu bagi mempercepatkan proses pembinaan, justeru penggunaan IBS perlu dipertingkatkan dalam pembinaan perumahan tempatan di Malaysia kerana manfaatnya kepada semua pihak (PropertyGuru, 2021).

1.2 Permasalahan Kajian

Menurut Zulaile et.al (2021), menyatakan tahap penggunaan sistem modular dalam industri pembinaan masih lagi rendah kerana penggunaan IBS yang tidak meluas. Rumah mampu milik merupakan salah satu projek pembinaan yang mempunyai permintaan yang tinggi terutamanya dari golongan masyarakat di pinggir bandar. Sistem Modular ini mempunyai potensi yang tersendiri dalam pembinaan rumah mampu milik. Namun, bilangan kajian berkaitan masih rendah dan memerlukan lebih kajian yang mendalam.

Menurut Utusan Borneo (2019), menyatakan bahawa pengeluaran dan pengedaran komponen IBS di Malaysia kini masih tidak mencukupi bagi memenuhi keperluan projek pembinaan rumah mampu milik. Hal ini dibuktikan oleh pakar teknikal di Institut Penyelidikan Pembinaan Malaysia (CREAM) berkata pengeluar IBS hanya mampu menghasilkan 25,000 unit rumah dalam setahun secara purata. Menurut Abdul Rahim (2018), "kaedah pembinaan konvensional tidak cukup cekap untuk menampung permintaan yang semakin meningkat untuk perumahan.

Menurut Kamaludin (2019) Selaras dengan matlamat kerajaan untuk membina lebih banyak rumah mampu milik khususnya bagi golongan B40 dan M40, penggunaan teknologi IBS sememangnya banyak membantu mempercepatkan pembinaan sesebuah projek. Kaedah penggunaan IBS mampu mengurangkan kos pembinaan rumah mampu milik tanpa menjejaskan kualiti rumah (Kamaludin, 2019).

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan tajuk yang dilakukan terdapat beberapa persoalan kajian yang ditujukan, antaranya:

- Apakah aspek kualiti komponen IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik di Melaka?
- Adakah penggunaan kaedah pembinaan secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam rumah mampu milik di Melaka?
- Adakah penggunaan IBS memberi kesan dari segi masa pembinaan dalam projek rumah mampu milik

1.4 Objektif Kajian

Kajian ini mempunyai objektif yang ingin dicapai, antaranya:

- Mengenalpasti aspek kualiti komponen IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik di Melaka.
- Mengenalpasti penggunaan kaedah pembinaan secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam projek rumah mampu milik di Melaka.
- Mengenalpasti penggunaan kaedah pembinaan secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam projek rumah mampu milik di Melaka.

1.5 Skop Kajian

Selain itu, kajian ini hanya menumpukan projek rumah mampu milik di Melaka yang menggunakan kaedah pembinaan IBS sahaja. Kajian ini ingin melihat bagaimana syarikat kontraktor memanfaatkan penggunaan Sistem Bahan Bina dari segi kos, masa, dan kualiti dalam pembangunan rumah mampu milik di negeri Melaka.

1.6 Kepentingan Kajian

- Pihak pemaju dan kontraktor.
Menjadi bahan rujukan kepada kontraktor atau pemaju perumahan sekiranya mereka ingin menggunakan IBS di tapak bina dengan menilai sendiri keberkesannya dalam projek pembinaan.
- Pembekal
Membantu pembekal dalam memahami keperluan industri pembinaan dan memenuhi tahap kualiti yang diperlukan sekali gus meningkatkan tahap produktiviti mereka dari proses pembuatan hingga proses pengeluaran.
- Kerajaan
Pihak kerajaan negeri selain negeri Melaka boleh menggunakan kajian ini sebagai rujukan dalam perancangan perumahan yang akan datang di negeri masing-masing.
- Ahli akademik
Kajian ini dapat menarik perhatian para penyelidik ekonomi dan sains sosial dalam melihat kaedah pembinaan membantu mengatasi masalah sosial. Pembinaan rumah harga mampu milik dan tempoh masa singkat boleh diperbanyakkan di sekitar negeri yang mempunyai potensi kepada pembangunan sosial di Malaysia.

2. Kajian Literatur

Kajian literatur memfokuskan kepada pendedahan data berkaitan penyiasatan daripada pelbagai sumber seperti buku, jurnal, kajian lepas dan banyak lagi. Ianya memberi penekanan kepada penggunaan IBS dalam projek perumahan rumah mampu milik di Malaysia yang merangkumi semua aspek dalam kajian ini.

2.1 Jenis-Jenis IBS di Malaysia

Senarai kumpulan IBS mengikut jenis (Nawi, 2008):

- Kumpulan 1 – Kerangka Konkrit Pasang Siap, Panel dan Sistem Kekotak (Precast Concrete Framing, Panel and Box Systems) siap dan kotakbentuk konkrit
- Kumpulan 2 – Sistem Kotakbentuk Keluli (Steel Formwork System)
- Kumpulan 3 – Sistem Kerangka Keluli (Steel Framing System)
- Kumpulan 4- Sistem Kerangka Kayu (Timber Framing System)
- Kumpulan 5 – Sistem Kerja Blok (Blockworks System)

2.2 Kualiti IBS

Menurut Azman (2012), menyatakan bahawa tujuan utama teknologi pembinaan luar tapak diperkenalkan di United Kingdom adalah untuk meningkatkan tahap kualiti dan produktiviti dengan pengurangan kos bahan mentah per unit di tapak bina.

2.2.1 Kualiti Penghasilan IBS

Penghasilan produk IBS yang menggunakan perisian model (CAD) mampu menyediakan maklumat awal pada proses pengangkutan bahan dan kawalan yang ketat sepanjang proses penghasilan menyebabkan produk sentiasa mencapai piawaian yang ditetapkan (Holla, 2016 dan Reichenbach, 2021). Tambahan pula, praktik yang baik dalam reka bentuk dan pengeluaran secara tidak langsung menghasilkan struktur konkrit pratuang berkualiti tinggi (Baharrudin, 2006).

2.2.2 Insulasi Terma Panels Konkrit

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Zhou (2014) Jadual 1 di bawah menunjukkan panel dinding ‘sandwich’ boleh meningkatkan prestasi penebat haba dalam aspek struktur sesebuah bangunan (iaitu, elemen dinding) yang secara tidak langsung menjimatkan kos operasi bangunan dari segi penggunaan sistem pengudaraan (penghawa dingin).

Jadual 1 Pretasi Penebat Haba Panel Dinding (Zhou, 2014)

Ujikaji suhu selepas 12 jam radiasi (Celcius)

Spesimen	Udara persekitaran	Lapisan Luar	Lapisan Dalam	Perbezaan suhu antara lapisan
Konkrit tumpat (M30)	25.1	82.5	38.2	44.3
Konkrit M30 (gypsum)	25.0	82.0	36.3	45.7
Konkrit M30 (gypsum berliang)	24.5	83.4	34.9	48.5

2.2.3 Serapan Bunyi Oleh Panels Konkrit

Panels dinding konkrit yang mempunyai liang atau keporosan boleh menyerap bunyi tetapi kurang berkesan dalam menebat bunyi yang wujud dalam persekitarannya. Namun, pengaruh serapan bunyi adalah berbeza mengikut jenis panels konkrit yang dihasilkan. Ini bermaksud setiap acuan agregat kepingan panels mempunyai tahap keberkesanan serapan bunyi yang berbeza. Sebagai contoh, kajian yang dilakukan oleh Amran et. al, 2021 menunjukkan keberkesanan akustik bagi jenis panels konkrit pada Jadual 2.

Jadual 2 Keberkesanan Akustik Bagi Jenis Dinding (Amran et. al, 2021)

Jenis Konkrit	Maksimum Pekali Penyerapan Bunyi	Kehilangan Penghantaran Bunyi (STL), Hz	Tahap Pantulan Bunyi	Jenis Konkrit
Normal Konkrit	0.05–0.10	3000–5500	Tinggi	Normal Konkrit
Konkrit berudara	0.15–0.75	250–2500	Rendah	Konkrit berudara
Konkrit berbuih	0.13–0.50	100–2000	Rendah	Konkrit berbuih

2.3 Pengaruh IBS Terhadap Kos Pembinaan

Construction Industry Institute (2011) mendedahkan bahawa kos pembinaan projek dijangka dapat dikurangkan sebanyak 10 hingga 25 peratus selepas melaksanakan pendekatan IBS. Faktor yang menyumbang kepada pengurangan kos termasuk pengurangan aktiviti pengangkutan, bahan, buruh di tapak, kerja

pemasangan yang dilakukan di luar kawasan tapak pembinaan, keadaan komponen di luar rak, dan kurang kesan cuaca ekstrem terhadap komponen (Becker et. al,2003 dan Salama, 2017).

2.3.1 Penjimatan Kos IBS

Menurut kajian oleh Warszaki (1999) dan SP Precast (2003), kaedah pembinaan yang menggunakan Blok IBS secara jelas lebih jimat berbanding kaedah konvensional dengan perbezaan antara 31% dan 37% pada sebuah projek perumahan pangsapuri di Putrajaya Malaysia. Penjimatan kos ini wujud kerana penggunaan komponen pasang siap yang secara tidak langsung menyebabkan kos upah pekerja dapat dijimatkan kerana kurang penglibatan tenaga kerja bagi elemen-elemen kerja pembinaan seperti kerja konkrit dan penyusunan batu bata dapat dihapuskan (Triakha, 2004).

2.3.2 Penyesuaian Tapak Projek

Ciri produk IBS yang siap dihasilkan di kilang terkawal mampu mempengaruhi penggunaan ruang tapak (CIDB, 2005). Hal ini sekaligus mengurangkan gangguan pada kawasan pembinaan dalam kerja pembinaan struktur sementara seperti tempat penyimpanan bahan (Zulaile et. al, 2021). Penggunaan ruang tapak yang minimum secara tidak langsung menjimatkan kos pembinaan dari aspek kos struktur sementara (Eng, 2017).

2.3.3 Membangunkan Ekonomi Setempat

Menurut Rahim et. al, (2012), perkhidmatan pembinaan IBS di kawasan setempat boleh mengadaptasi terhadap permintaan rumah yang tidak tetap yang sekaligus menguntungkan ekonomi setempat.

2.4 Pengaruh IBS Kepada Masa Pembinaan Projek

Dua faedah penting pendekatan IBS terhadap masa pembinaan ini ialah Jadual pembinaan kurang terjejas kerana pelbagai aktiviti pembinaan boleh dijalankan secara serentak (Kawecki, 2010) dan mempunyai sedikit kesan terhadap keadaan cuaca. Ini memungkinkan untuk menyiapkan projek dalam tempoh kurang daripada 40% daripada tempoh kaedah pembinaan tradisional (Ferdous, 2019), yang penting untuk projek yang memerlukan kelajuan segera.

2.4.1 Tempoh Penerimaan Bahan

Pengurusan bahan bina yang cekap merupakan kunci kepada penerimaan bahan yang lebih berkesan. Hal ini bagi mengelakkan kelewatan projek akibat menunggu bahan bina ke kawasan tapak pembinaan (Che Jahari, 2015).

2.4.2 Proses Pemasangan Yang Produktif

Penggunaan IBS ini mampu memberikan ketersediaan kepada sesebuah projek kerana keupayaannya dalam mengawal kualiti pembinaan dengan baik, mengurangkan masa untuk kerja-kerja pemasangan dan pengurangan penggunaan bahan di tapak bina (Begum et. al, 2010).

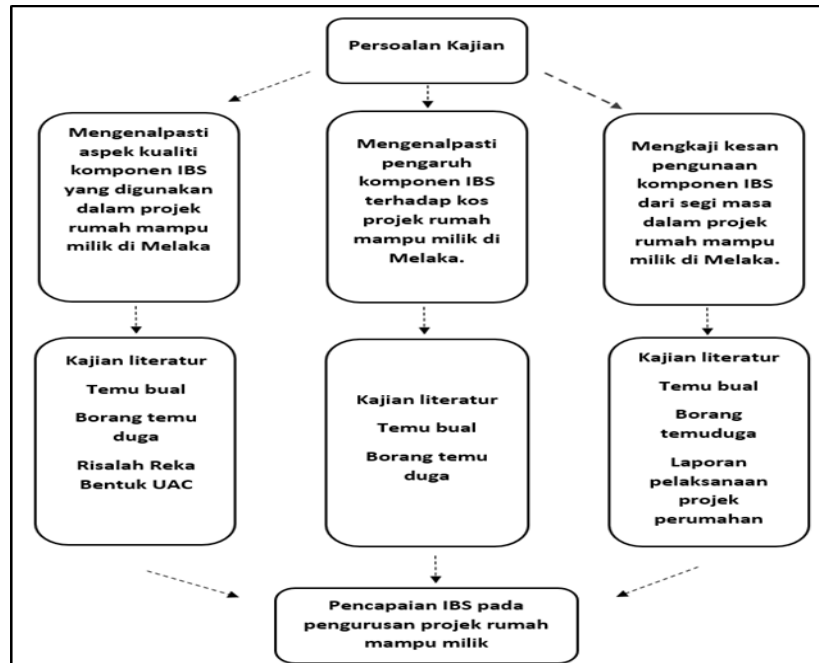
2.4.3 Penjadualan Kerja Yang Efektif

Ketibaan bahan IBS yang sudah siap secara tidak langsung memudahkan kerja penjadualan dari pembukaan tapak. Proses pembukaan tapak boleh dilakukan dengan lebih awal disamping menunggu ketibaan bahan di kawasan tapak bina mampu menyingkatkan jarak masa antara dua kerja ini berbanding sistem konvensional menggunakan masa penghantaran yang lebih lama seperti penghantaran batu bata, pasir, simen, batu agregat dan lain-lain. Jadinya, kemudahan dalam penjadualan kerja oleh IBS ini secara tidak langsung mengurangkan tempoh pembinaan yang dijalankan (Che Jahari, 2015 dan Azman et. al, 2011a).

3. Metodologi Kajian

Kaedah kajian merupakan salah satu bahagian penting dalam kajian ini. Bahagian ini menerangkan metodologi yang digunakan untuk menjalankan kajian ini. Ia digunakan sebagai panduan untuk menjalankan kajian ini. Kaedah kajian juga membincangkan proses yang terlibat dalam menjalankan kajian ini, daripada kajian literatur sehingga dapatan kajian. Bagi mendapatkan maklumat yang lebih terperinci, kaedah temu bual dan tinjauan telah dijalankan di kawasan kajian.

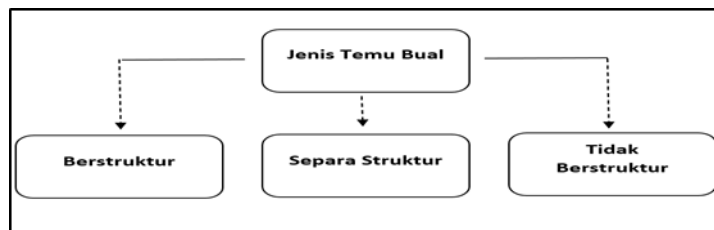
3.1 Carta Aliran Metodologi



Rajah 1 carta alir metodologi kajian

3.2 Temu Bual

Responden yang dipilih dan ditemu bual secara terperinci bagi mencapai objektif kajian ini. Temu bual yang digunakan dalam kajian ini ialah secara separa struktur. Setiap percakapan yang dikeluarkan telah direkodkan secara verbal (Jasmi, 2012). Temu bual separa struktur ini membolehkan kajian ini bebas menyoal responden berdasarkan jawapan responden kepada satu soalan yang formal yang telah disoal (Chua, 2006). Rujuk Rajah 2 bagi jenis temu bual.



Rajah 2 Jenis temu bual (Chua, 2006)

3.3 Kajian Literatur

Kajian literatur ialah kaedah penyelidikan yang melibatkan pengenalpastian, pemilihan, penilaian kritikal dan penyatuan semua penyelidikan yang berkaitan tentang persoalan atau topik kajian tertentu. Proses ini adalah sistematik kerana ia mengikut protokol yang telah ditetapkan dan termasuk carian komprehensif berbilang pangkalan data dan sumber maklumat. Matlamatnya adalah untuk menyediakan satu kesimpulan yang tepat dan telus bagi bukti yang ada mengenai sesuatu topik (Tranfield, 2003). Segala maklumat dan kajian lepas yang berkaitan dengan perumahan mampu milik dan penggunaan konsep IBS kepada perumahan tersebut akan disatukan untuk mencapai ketiga-tiga objektif kajian.

3.4 Laporan Pelaksanaan Projek

Data projek perumahan yang berkaitan menjadi bahan selidik oleh kajian ini melalui kerjasama pihak Syarikat terpilih. Data yang dimaksudkan adalah dokumen tender projek, laporan pelaksanaan projek dan sebagainya. Dokumen tersebut kemudiannya dianalisis oleh kajian ini dari aspek Jadual kerja, bilangan pekerja yang terlibat, jenis kaedah atau komponen IBS, kos penggunaan dan jumlah unit.

3.5 Risalah Reka Bentuk UAC

Satu set risalah reka bentuk daripada pengeluar yang mempunyai maklumat berkenaan spesifikasi dan piawaian produk IBS yang dikaji yang digunakan oleh syarikat. Risalah reka bentuk diperlukan bagi menganalisis kriteria dan kualiti produk yang digunakan oleh syarikat.

3.6 Analisis Data

Kaedah analisa perbincangan digunakan bagi menganalisis data bagi kajian ini. Kaedah ini digunakan untuk menganalisis data kualitatif iaitu maklumat-maklumat yang diperolehi daripada kajian literatur, laporan pelaksanaan projek, risalah reka bentuk UAC dan juga temu bual

4. Dapatan Dan Perbincangan Kajian

Hasil dan perbincangan kajian membincangkan hasil kajian yang telah dilakukan melalui kaedah temu bual sebuah syarikat pembinaan di Malaysia. Temu bual tersebut dilakukan secara bersemuka di pejabat syarikat berkenaan dan berserta borang soalan temu bual bagi memudahkan pengagihan data mengikut objektif kajian ini di syarikat berkenaan. Syarikat ini dipilih kerana skop kerja dan perniagaannya yang membina rumah dengan menggunakan IBS. Oleh itu, dalam segala data daripada hasil temu bual akan dipersembahkan dengan kajian literatur bagi menyokong kenyataan daripada responden.

4.1 Latar Belakang Syarikat

Syarikat yang dipilih bagi menjayakan kajian ini merupakan sebuah syarikat kontraktor berkelas (G5) di negeri Melaka. Syarikat ini merupakan sebuah syarikat kontraktor tempatan yang bertempat di Alor Gajah, Melaka. Syarikat ini dipilih kerana jenis perniagaannya yang mempromosikan produk IBS dalam kerja pembinaan rumah sesebuah dan kerja ubahsuai.

4.1.1 Produk IBS yang Digunakan

UAC SoliPanel merupakan panel pepejal bagi konkrit pratuang yang ringan bagi sistem panel dinding berjejit dengan menggunakan kepingan simen gentian UAC Solid Panel untuk menyediakan struktur dan kemasan dinding berkualiti tinggi untuk memastikan dinding licin selepas siap didirikan. Selain itu, produk daripada UAC ini mematuhi Kod Bangunan Seragam Malaysia dan mempunyai kelulusan dalam ujian prestasi dinding yang terkawal oleh Institut Piawaian dan Penyelidikan Perindustrian Malaysia (SIRIM) dan TUV SUD PSB Singapura (UAC Technical Sheet, 2023).

4.1.2 Jenis Projek Yang Dibangunkan

Projek-projek yang telah siap dibangunkan dalam tempoh dua 2 tahun oleh Syarikat ini yang diuruskan oleh Melaka Finance House Berhad (MFH). Jadual 3 dibawah menunjukkan senarai rumah yang dibangunkan oleh Syarikat ini.

Jadual 3 Senarai rumah yang dibangunkan Syarikat

Projek/Saiz	Reka bentuk	Harga rumah per Unit (RM)	Kawasan	Tempoh tahun	Unit siap dibangunkan
Rumah Sesebuah Berkeluasan 800 kaki per segi	Kesidang Teratai	80,000	Seluruh Kawasan Melaka	Disember, 2020 hingga April, 2022	31 20
Rumah Sesebuah Berkeluasan 1250 kaki per segi	Kesidang Plus	90,000	Ayer Pa'abas Sahaja		2

4.1.3 Latar Belakang Responden

Responden yang dipilih dalam temu bual ini terdiri daripada Pengurus Projek, Juruukur Bahan dan Jurutera Tapak Syarikat ini. Rujuk Jadual 4.

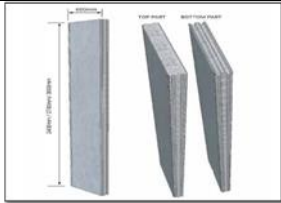

Jadual 4 Jenis responden yang ditemu bual

Responden daripada pihak Syarikat	Pengalaman Bidang
Juruukur Bahan	6 Tahun
Jurutera Tapak	5 Tahun
Pengurus Projek	15 Tahun

4.2 Aspek Yang Diambil Kira Bagi Kualiti Produk Yang Digunakan Dalam Projek Rumah Mampu Milik

Pada bahagian aspek kualiti bagi produk yang digunakan dalam projek rumah mampu milik, pengkaji akan menilai sudut kualiti produk melalui kaedah temu bual bersama ketiga-tiga responden daripada Syarikat ini. Penilaian ini diambil kira dengan aspek-aspek yang berkaitan dengan kualiti produk yang terdiri daripada kualiti produk, kadar insulasi bunyi produk, kadar tebatan suhu, ketahanan ketahanan produk kepada cuaca dan pengaruh hijau produk. Hasil kenyataan dari responden diringkaskan didalam bentuk jadual di Jadual 5 ringkasan dapatan kajian objektif pertama. Kesemua aspek yang diukur ini dapat membantu dalam mencapai objektif pertama ini.

Jadual 5 Ringkasan Dapatan Kajian Objektif 1

Aspek yang diukur	Huraian	Contoh
Kualiti Produk	Mempunyai permukaan yang licin dan cantik. Mempunyai ketahanan dalam kawasan terbuka. Berat panel yang ringan menyebabkan kerja pemasangan dapat dilakukan secara kerahan tenaga.	
Kadar Insulasi Bunyi	Densiti dan ketebalan menjadi faktor utama dalam menyediakan insulasi bunyi.	--
Kadar Tebatan Suhu	Keupayaan Solid panel dalam rintangan api menyakinkan pihak syarikat bahawa panel yang digunakan mampu menyediakan suhu dalaman yang baik.	BS 476:Part 22:1987 'Expandend Polystrene' 
Ketahanan Produk kepada Cuaca	Produk telah diuji melalu ujian rendaman air laut yang bertahan selama 2 bulan.	--
Pengaruh Hijau Produk	Kebolehan Solid Panel dalam guna semula menghapuskan tempat pelupusan di kawasan pembinaan	--

4.2.1 Dimensi dan Kelulusan Produk

Jadual 6 dan Jadual 7 dimensi spesifikasi produk Solid Panel dan senarai kelulusan piawaian melalui jenis ujian terhadap Solid Panel yang digunakan oleh Syarikat ini melalui kaedah analisis risalah reka bentuk UAC Technical Sheet, 2023.

Jadual 6 Dimensi Spesifikasi Produk

Panel	Lebar (mm)	Ketebalan (mm)	Panjang (mm)	Berat (kg/m ²)
SP T75	600	75	2400, 2700, 3000	55
SP T100	600	100	2400, 2700, 3000	70

Jadual 7 Senarai kelulusan mengikut jenis ujian (UAC, Technical Sheet, 2023)

Piawaian	No Piawaian Antarabangsa	Jenis Ujian
Rintangan Api	BS 476: PART 22: 1987	Kebakaran pada bahan binaan
Insulasi Bunyi	ISO 10140-2: 2010	Tebat bunyi dan pengukuran bunyi
Insulasi Termal	ISO: 8990: 1994	Sifat Penghantaran terma bagi bahan tetap
Pretasi	BS 5234: PART 2: 1992	Kekakuan, tekanan, rintangan hentaman

4.2.2 Perbincangan Objektif Pertama

Ketersediaan kualiti dalam penggunaan 'Solid Panel' ini dari segi kualiti produk kadar insulasi dan kadar insulasi bunyi sememangnya membantu Syarikat dalam menghasilkan rumah mampu milik yang berkualiti. Hal ini kerana, kemudahan dalam mengendalikan produk di kawasan pembinaan dan kepelbagaian saiz rupa bentuk panel ini membantu syarikat dalam memastikan tahap kualiti kerja dicapai.


Selain itu, kelulusan produk dalam aspek keselamatan dan terma sekaligus menyimpulkan tahap kualiti yang baik bagi penggunaan solid panel ini. Pematuhan kepada aspek termal dan insulasi bunyi sekaligus dapat memberikan keselesaan kepada penghuni rumah (Kim, 2018). Kualiti ini dipengaruhi dengan bahan khas seperti 'Expanded Polystyrene' ini yang membantu Solid Panel mencapai tahap piawaian yang baik (Nicat, 2020). Oleh itu, pencapaian kualiti solid panel yang digunakan oleh Syarikat ini menyediakan mutu kerja dan kualiti penghasilan rumah yang baik

4.3 Penggunaan Produk IBS Terhadap Kos Projek Rumah Mampu Milik

Pada bahagian penggunaan produk IBS terhadap kos projek rumah mampu milik, pengkaji akan menilai daripada aspek yang diambil kira dalam penggunaan kos Solid Panel oleh Syarikat yang dikaji pada projek rumah mampu yang dikendalikan. Penilaian ini diambil kira dengan aspek-aspek yang berkaitan dengan pengaruh penggunaan Solid Panel terhadap kos pembinaan yang terdiri daripada pengaruh produk terhadap kos, kos perolehan bahan yang tinggi, kos upah, kos pengaturan produk, kos penyesuaian tapak dan kos logistik dan peralatan. Hasil kenyataan dari responden diringkaskan didalam bentuk jadual di Jadual 8 ringkasan dapatan kajian objektif kedua. Kesemua aspek yang diukur ini dapat membantu dalam mencapai objektif kedua ini.

Jadual 8 Ringkasan Dapatan Kajian

Aspek yang diukur	Huraian	Contoh
Pengaruh Terhadap Kos Keseluruhan	Penjimatan dapat dilakukan sebanyak 25% kepada kos keseluruhan projek.	--
Kos Perolehan Bahan Yang Tinggi	Kos permulaan bagi penggunaan IBS sememangnya tinggi kerana proses pembuatannya dikilang yang menelan pelbagai	--

	kos sepanjang penghasilan produk tersebut. Kos yang tinggi dalam penggunaan IBS lebih ke arah perolehan produk tersebut.	
Kos Upah Syarikat	Kadar bayaran upah yang dibayar Kosmo Bina dikira dari segi keluasan pemasangan yang terdiri daripada buruh mahir dah separa mahir. 6 orang yang terlibat bagi sesebuah pembinaan rumah dengan keluasan 800 kaki per segi	Mahir RM20-RM60 Separah Mahir RM20-RM60
Kos Pengaturan Produk	Kos penghantaran panel ke ibu pejabat Syarikat ini ditanggung oleh pihak pengeluar. Anggaran kos bagi kedua jenis Solid Panel ini sekitar RM 100.00-RM 130.00 manakala bagi penyeragaman bentuk dicaj RM 50.00 bagi m2.	--
Kos Penyesuaian Tapak Projek	Kebolehan yang tinggi dalam guna semula oleh panel menyebabkan kos pembukaan tapak rendah. Kawasan pelupusan dan penyimpanan bahan dapat dijimatkan bagi saiz tapak yang diperlukan sekaligus menyediakan kos yang optimum dalam aspek kemudahan tapak pembinaan.	--
Kos Logistik dan Inventori	Jentera logistik dan peralatan yang terlibat sepanjang proses pembinaan terdiri daripada Lorry Crane, 'Forklift' dan 'Concrete Mixer'. Anggaran kos penurunan produk ke ibu pejabat Kosmo Bina sekitar RM 600.00 Jentera dan peralatan yang digunakan dalam projek pembinaan rumaht terdiri daripada aset syarikat sendiri.	

4.3.1 Perbincangan Objektif Kedua

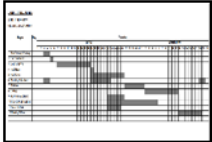


Penjimatan kos yang dapat disediakan sepanjang penggunaan Solid Panel oleh Syarikat secara tidak langsung menguntungkan syarikat (Nawi, 2008). Hal ini kerana pengurangan tenaga kerja dan bahan dalam kerja pembinaan menyebabkan penjimatan dapat dilakukan sebanyak 25% pada kos keseluruhan projek.

Faktor hubungan yang baik antara Syarikat ini dan UAC sekaligus menyebabkan syarikat menjadi salah satu pengedar yang sah di bawah UAC. Hal ini mengakibatkan kos penghantaran panel ke ibu pejabat Syarikat ini percuma kerana ditanggung oleh pihak pengeluar. Penjimatan saiz tapak pembinaan turut menyebabkan kos pembinaan dapat dikurangkan kerana kebolehan panel dalam guna semula menyebabkan tapak pelupusan di tapak pembinaan dapat dihapuskan (Eng, 2017). Kebolehan logistik dan peralatan Kosmo Bina Sdn sekaligus dapat memberikan penggunaan kos yang optimum dalam kerja penghantaran panel dari ibu pejabat ke kawasan tapak pembinaan. Oleh itu, penggunaan Solid Panel oleh Syarikat ini ternyata menyediakan penggunaan kos yang efisien sepanjang aktiviti pembinaan dilakukan.

4.4 Kesan Pnggunaan IBS Terhadap Tempoh Masa Projek Rumah Mampu Milik

Pada bahagian kesan penggunaan IBS terhadap tempoh masa projek rumah mampu milik, pengkaji menilai aspek tempoh masa pembinaan projek rumah mampu milik yang dikendalikan oleh Syarikat ini dalam penggunaan Solid Panel. Penilaian ini diambil kira dengan aspek-aspek yang berkaitan pengaruh penggunaan Solid Panel terhadap tempoh masa pembinaan yang terdiri daripada kesan penggunaan IBS kepada tempoh projek, tempoh logistik dan penghantaran, penjadualan kerja di tapak bina, proses pemasangan yang singkat, prosedur pemasangan yang digunakan, tempoh penerimaan produk di kawasan pembinaan, dan kelewatan dalam penerimaan produk dari pengeluar. Hasil kenyataan dari responden diringkaskan di dalam bentuk jadual di Jadual 9 ringkasan dapatan kajian objektif ketiga. Kesemua aspek yang diukur ini dapat membantu dalam mencapai objektif ketiga ini.

Jadual 9 Ringkasan Dapatan Hasil Kajian

Aspek yang diukur	Huraian	Contoh
Kesan Penggunaan IBS Kepada Tempoh Projek	Pembinaan rumah dengan keluasan 800 kaki persegi dapat disiapkan sepenuhnya dalam masa kurang daripada dua bulan dengan penggunaan tenaga kerja yang minimum.	--
Tempoh Logistik dan Penghantaran	Tempoh penghantaran produk daripada pengeluar ke ibu pejabat Syarikat ini memakan masa 3 hari.	--
Penjadualan Kerja di Tapak Bina	Tempoh pembinaan dalam masa kurang daripada 2 bulan memudahkan kerja penjadualan kerja. Penglibatan tenaga kerja yang kecil, jenis jentera yang sedikit dan proses pemasangan yang dapat dilakukan secara manual memudahkan kerja perancangan dan penjadualan bagi kerja-kerja pembinaan di tapak.	
Proses Pemasangan Yang Singkat	Penggunaan 'Solid Panel' membantu mengurangkan kerja kemas dinding seperti kerja skim. Kerja skim hanya diperlukan pada hubungan antara dinding sahaja (Joints). Pengurangan elemen kerja kemas dalam dinding ini sekali gus menyebabkan kerja pemasangan dapat dipercepatkan	
Prosedur Pemasangan Yang digunakan	Prosedur pemasangan panel yang digunakan oleh Syarikat ini ialah 'Methods Statements' oleh UAC. Kaedah pemasangan Interlocking Modular Wall System' yang terdiri daripada pemasangan 'Bottom Track', 'Top Track', 'C-channels' dan 'L-angle method' yang menjamin proses pemasangan yang singkat dan efektif.	
Tempoh Penerimaan Produk di Kawasan Pembinaan	Tempoh penghantaran produk ke kawasan pembinaan ditentukan oleh faktor kemudahan dalam memasuki kawasan tapak tersebut.	--
Kelewatan Dalam Penerimaan Dari Pengeluar	Permasalahan dalam kelewatan penerimaan produk oleh pengeluar kepada Syarikat ini ini jarang berlaku. Namun, masalah dari segi bilangan kuantiti bagi sekali penghantaran ini berlaku tetapi ianya tidak menjejaskan kerja pembinaan yang sedang dijalankan oleh Syarikat ini.	--

4.4.1 Perbincangan Objektif Ketiga

Faktor teknologi pembinaan yang diterapkan oleh UAC dalam penghasilan 'Solid Panel' sekali menyediakan kerja pembinaan yang cepat dan singkat kepada Syarikat ini. Hal ini reka bentuk berbentuk kepingan panel memudahkan kerja pemasangan dan sambungan panel (Azman et. al, 2011a). Ditambah pula, reka bentuk panel yang tidak memerlukan tiang sekaligus menghapuskan kerja pembentuk tiang rumah. Jadi kerja menaikkan dinding dapat dilakukan dengan cepat.

Tempoh penghantaran yang memakan masa 3 hari dari UAC ke ibu pejabat Syarikat ini membantu syarikat dalam memenuhi keperluan panel tapak pembinaan yang diuruskan oleh mereka sendiri (Che Jahari, 2015). Prosedur kerja pemasangan yang digunakan daripada pihak UAC sendiri melalui 'Methods Statements' memberikan kemudahan kepada Syarikat ini dalam memastikan kualiti kerja dapat dicapai disamping

kepentasan proses pemasangan dinding panel dilakukan. Penglibatan tenaga kerja yang sedikit dan tempoh pembinaan yang kurang daripada 2 bulan ini sekaligus memudahkan pihak pengurusan dalam merancang jadual kerja bagi kerja di kawasan tapak pembinaan yang lebih mudah dan produktif (Begum et. al, 2010). Oleh itu, penggunaan 'Solid Panel' oleh Syarikat ini ternyata memberikan penjimatan masa di samping mengekalkan produktiviti kerja.

5. Kesimpulan

Bahagian ini digunakan bagi merumuskan perbincangan kajian yang dinyatakan sama ada mencapai atau tidak bagi setiap objektif yang ditetapkan iaitu mengenalpasti aspek kualiti komponen IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik di Melaka, mengenalpasti penggunaan kaedah secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam projek rumah mampu milik, mengkaji kesan penggunaan komponen IBS dari segi masa dalam projek rumah mampu milik di Melaka.

5.1 Pencapaian Setiap Objektif

Pencapaian objektif merujuk kepada tahap pencapaian objektif dalam kajian ini yang terdiri daripada tiga objektif dibawah:

5.1.1 Pencapaian Objektif 1: Menenalpasti aspek kualiti komponen IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik di Melaka.

Pencapaian pada objektif 1 menunjukkan aspek kualiti produk IBS yang digunakan dalam projek rumah mampu milik mampu menyediakan rumah mampu milik yang berkualiti (Zulaile et. al, 2021). Produk yang dihasilkan dengan piawaian yang baik mampu menjamin keselesaan dan keselamatan pengguna rumah tersebut. Selain itu, penggunaan produk tersebut membantu syarikat dalam memastikan kualiti kerja dan bahan berada pada tahap yang memuaskan.

5.1.2 Pencapaian Objektif 2: Menenalpasti penggunaan kaedah pembinaan secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam projek rumah mampu milik di Melaka.

Pencapaian pada objektif 2 menunjukkan penggunaan kaedah secara IBS mempengaruhi aspek kos dalam projek rumah mampu milik di Melaka menyebabkan penjimatan kepada kos keseluruhan projek. Kos keseluruhan yang dapat dijimatkan membantu Syarikat ini menyediakan rumah dengan harga yang mampu milik. Oleh itu, penggunaan IBS dalam projek rumah mampu milik ternyata mempengaruhi kos keseluruhan projek dengan menyediakan penjimatan kos.

5.1.3 Pencapaian Objektif 3: Mengkaji kesan penggunaan komponen IBS dari segi masa dalam projek rumah mampu milik di Melaka.

Pencapaian pada objektif ketiga menunjukkan kesan penggunaan IBS pada aspek masa projek rumah mampu milik mampu milik dapat disingkatkan secara ketara (Eng, 2017). Kecekapan produk Solid Panel dalam proses pemasangan dan sistem penghantaran produk membantu syarikat dalam merancang masa yang diambil bagi sesebuah pembinaan rumah yang dijalankan. Ini menunjukkan keberkesanan penggunaan Solid Panel dalam menyingkatkan masa projek pembinaan rumah mampu milik oleh Syarikat ini.

5.2 Rumusan

Secara rumusnya, kajian ini telah berjaya dilaksanakan dan mencapai tiga objektif yang dirangka serta menjawab persoalan kajian. Walaupun terdapat beberapa kekangan, maklumat berkaitan kajian ini berjaya dikumpul, dianalisa dan dibincangkan bagi memenuhi ketiga-tiga objektif kajian.

Penggunaan Solid Panel Oleh Syarikat ini menunjukkan keberkesanan produk tersebut dalam membantu syarikat memenuhi keperluan masyarakat setempat. Keberkesanan dalam projek sekaligus memberikan penghasilan rumah yang berkualiti dengan ketersediaan harga yang berpatutan. Walaubagaimapun wujud pelbagai aspek lain perlu diberi perhatian. Sebagai contoh, keuntungan jangka panjang oleh syarikat dalam menggunakan Solid Panel ini, keterjaminan kualiti dan penyediaan rumah singkat memenuhi permintaan masyarakat. Hal ini bagi memastikan penggunaan produk IBS ini dapat diakses oleh para kontaktor G5 kebawah.

Kontraktor-kontraktor G5 ke bawah di Malaysia perlu menceburi kaedah pembinaan IBS yang meminimumkan impak alam sekitar ini. Penggunaan Solid Panel ini dapat memberikan sistem pengurusan pembinaan yang lebih efektif. Penggunaan produk IBS seperti Solid Panel yang meluas akan membantu kontraktor dalam menyediakan projek yang cekap dan berkualiti disamping kos pembinaan dijimatkan. Selain itu, ianya dapat mengatasi masalah sosial dari segi permintaan rumah dan kos rumah. Jadinya, penggunaan Solid Panel oleh Kosmo Bina Sdn Bhd memberikan keberkesanan dalam pengurusan projek yang lebih baik.

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:** Abdul Mukmin Che Jantan, Sharifah Meryam Shareh Musa; **pengumpulan data:** Abdul Mukmin Che Jantan; **analisis dan interpretasi hasil:** Abdul Mukmin Che Jantan; **penyediaan draf manuskrip:** Abdul Mukmin Che Jantan, Sharifah Meryam Shareh Musa, Rozlin Zainal, Narimah Kasim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Abdul Rahim, A., & Qureshi, S. L. (2018). A review of IBS implementation in Malaysia and Singapore. *Planning Malaysia*, 16, 324–324. <https://doi.org/10.21837/pm.v16i6.486>
- Akmal Nizam Mohammed & Farzad Ismail (2013) Study of an entropy-consistent Navier-Stokes flux, *International Journal of Computational Fluid Dynamics*, 27(1), 1-14, <https://doi.org/10.1080/10618562.2012.752573>
- Amran, M., Fediuk, R., Murali, G., Vatin, N., & Al-Fakih, A. (2021). Sound-absorbing acoustic concretes: A Review. *Sustainability*, 13(19), 10712. <https://doi.org/10.3390/su131910712>
- Azman, M. N. A., Ahamad, M. S. S., Majid, T. A. & Hanafi, M. H. 2011a. Status of Industrialized Building System Manufacturing Plant in Malaysia *UNIMAS e-Journal of Civil Engineering*, 2.
- Azman, M.N.A., Ahamad, M. S. S., & Wan Hussin, W. M. A. (2012). Comparative Study on Prefabrication Construction Process. *International Surveying Research Journal (ISrJ)*, 2, 45–46. <https://doi.org/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Baharuddin, A., Rahman, Abd. & Omar, W. (2006). *Issues and Challenges in The Implementation of Industrialised Building Systems in Malaysia*. [Proceedings of the 6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference], 46–52.
- Becker, Paul & Fullen, Mark & Takacs, Brandon (2003). “Safety Hazards to Workers in Modular Home Construction”.
- Begum, R. A., Satari, S. K., & Pereira, J. J. (2010). Waste generation and recycling: Comparison of conventional and industrialized building systems. *American Journal of Environmental Sciences*, 6(4), 383–388. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2010.383.388>
- Che Jahari, N. H., & Redzuan, K. (2015). Keberkesanan Pengurusan Stok Bahan Binaan. [Proceedings of Symposium on Technology Management and Logistics] (STMLGoGreen).
- Chua, Y. P. (2006). *Kaedah Dan Statistik penyelidikan*. McGraw-Hill.
- CIDB, “IBS Survey 2005: Survey on Malaysian Architects”, Construction Industry Development Board (CIDB), Kuala Lumpur, 2005.
- Construction Industry Institute (CII) (2011). “Transforming modular construction for the competitive advantage through adapting shipbuilding production processes to construction”. *Construction Productivity in Malaysia*” Construction Management and Economics, Vol.
- Eng Hee, I. P. (2017). IBS adoption in Malaysia - the benefits and challenges. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/ibs-adoption-Malaysia-benefits-challenges-ipm-professional-services>.
- Ferdous, W., Bai, Y., Ngo, T. D., Manalo, A., & Mendis, P. (2019). “New advancements, challenges and opportunities of multi-story modular buildings—A state-of-the-art review.” *Engineering Structures*, 183, 883-893. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.061>
- Jasmi, K. A. (2012). Metodologi Pengumpulan Data dalam Penyelidikan Kualitatif in Kursus Penyelidikan Kualitatif Siri 1.
- K. Holla, B. R., Anant, S., Mohammad, M. A., Periwal, A., & Kapoor, A. (2016). Time, Cost, Productivity and Quality Analysis of Precast Concrete System, 3(5), 253–257. https://doi.org/https://ijiset.com/vol3/v3s5/IJISSET_V3_I5_34.pdf
- Kamarudin, K. (2019, October 3). Kekurangan komponen IBS Mungkin Jejas pembinaan Rumah Mampu milik. Laman depan. <https://www.utusanborneo.com.my/2019/10/03/kekurangan-komponen-ibs-mungkin>
- Kawecki, L. R. (2010). “Environmental performance of modular fabrication: calculating the carbon footprint of energy used in the construction of a modular home”. PhD thesis, Arizona State University.

- Kim, H.; Hong, J.; Pyo, S. Acoustic characteristics of sound absorbable high performance concrete. *Appl. Acoust.* 2018, 138, 171–178
- Malaysia, H. B. (2023, January 10). Malaysia property outlook 2023 | new straits times. *New Straits Time*. <https://www.nst.com.my/property/2023/01/868922/malaysia-property-outlook-2023>
- Mohd Nawawi, M. N., Zulhumad, F., Redzuan, K., Shah Anuar, H., & Abdul Rahim, M. K. I. (2008). Kajian Perspektif di kalangan Pemaju Perumahan Tentang Sistem Binaan Bangunan Berindustri (ibs) di negeri Kedah dan Perlis. *National Seminar on Science, Technology & Social Science (STSS)*. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Mohd-Kamarul-Irwan-Abdul-Rahim-2/publication/273063682>
- Mohd Shafie, N. A. (2019). The Challenges of Affordable Housing Development in Malaysia. *Journal of Architecture, Planning and Construction Management*, 9(1), 1-10.
- Musa, M. F., Mohammad, M. F., Yusof, M. R., & Mahbub, R. (2015). The way forward for industrialised building system (IBS) in Malaysia. *InCIEC 2014*, 163–175. https://doi.org/10.1007/978-981-287-290-6_14
- Othuman Mydin, M. A., Sani, N. M., & Taib, M. (2014). Industrialised building system in Malaysia: A Review. [*MATEC Web of Conferences*], 10, 01002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20141001002>
- PropertyGuru Editorial Team. (2021, March 16). Kenali Sistem Rumah Pasang SIAP (IBS) di Malaysia! - Propertyguru Malaysia. *PropertyGuru*. <https://www.propertyguru.com.my/bm/panduan-hartanah/ibs-malaysia-kenali-sistem-binaan-berindustri-22570>
- Rahim, A. A., Hamid, Z. A., Zen, I. Hj., Ismail, Z., & Kamar, K. A. (2012). Adaptable housing of Precast Panel System in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 50, 369–382. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.042>
- Reichenbach, S., & Kromoser, B. (2021). State of practice of automation in precast concrete production. *Journal of Building Engineering*, 43, 102527. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102527>
- Salama T, Salah, A, Moselhi, O. and Al-Hussein, M. "Near optimum selection of module configuration for efficient modular construction". *Automation in construction*, 83, 316-329, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.008>
- Setia Precast Sdn. Bhd. (2003), *Precast Method of Construction: Practicle Experience*, Selangor. [International Conference Industrialised Building Systems], Kuala Lumpur, Malaysia
- Trikha, D.N. (1999) *Industrialised building systems. Prospects in Malaysia*. *Proceedings World Engineering Congress*.
- Warszawski, A. (1999) *Industrialised and automated building systems*. Technion-Israel Institute of Technology. E & FN Spon
- Zhou, A., Wong, K.-W., & Lau, D. (2014). Thermal insulating concrete wall panel design for Sustainable Built Environment. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/279592>
- Zulaile, M. H., Sarpin, N., Omar, R., Masrom, M. A. N., & Ismayatim, N. (2021). Potensi Penggunaan Sistem Modular bagi Pembinaan Rumah Mampu Milik. *Research in Management of Technology and Business*, 2, 539–554. <https://doi.org/https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.02.039>