

Kajian Penggunaan Teknologi Hijau dalam Kalangan Kontraktor Skala Kecil dalam Projek Pembinaan Bangunan

Study on Green Technology Implementation Among Small-Scale Contractors in Building Construction Projects

Wan Harith Luqman Wan Mazlan¹, Narimah Kasim^{1,2*}

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

² Pusat Pengurusan Perkhidmatan Projek, Hartanah & Fasiliti, Fakulti Pengurusan Teknologi & Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: narimah@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2025.06.01.025>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2025

Diterima: 30 April 2025

Diterbitkan: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Bangunan, kontraktor, projek pembinaan, skala kecil, teknologi hijau

Abstrak

Industri pembinaan memainkan peranan penting dalam pertumbuhan sosial dan ekonomi Malaysia dengan menyediakan infrastruktur untuk pembangunan masa depan, memelihara daya saing ekonomi, dan meningkatkan kualiti hidup. Teknologi hijau, merangkumi teknik penjana tenaga dan produk bukan toksik, adalah kritikal untuk mengurangkan kesan alam sekitar sektor pembinaan, yang menyumbang kepada pelepasan signifikan karbon dioksida global. Walaupun teknologi hijau bukan konsep baharu di Malaysia, kesedaran dan pengetahuan di kalangan kontraktor kecil masih rendah. Kos bahan binaan hijau yang lebih tinggi berbanding konvensional menjadi salah satu cabaran utama. Kajian ini bertujuan menilai kefahaman, mengenal pasti cabaran, dan mencadangkan strategi meningkatkan penggunaan teknologi hijau di kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan. Metodologi kajian ini adalah menggunakan kaedah kuantitatif bagi pengumpulan data primer untuk mendapatkan maklumat yang diperlukan berkaitan teknologi hijau di kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan. Selain itu pengumpulan data sekunder dilakukan bagi tujuan data analisis. Hasil kajian menunjukkan tahap kefahaman teknologi hijau dalam kalangan kontraktor G1 hingga G3 adalah berbeza-beza. Kajian ini turut mengenal pasti cabaran utama seperti kos tinggi dan kekurangan pengetahuan, serta strategi penting untuk meningkatkan pelaksanaan teknologi hijau. Diharapkan hasil ini dapat menjadi panduan kepada pihak berkepentingan dalam mempromosikan penerimaan teknologi hijau, menyokong pembangunan mampan sektor pembinaan di Malaysia.

Keywords

Building, construction, construction

Abstract

The construction industry plays an important role in Malaysia's social and economic growth by providing infrastructure for future development,

project, green technology, small-scale maintaining economic competitiveness, and improving the quality of life. Green technologies, including energy generation techniques and non-toxic products, are critical to reducing the environmental impact of the construction sector, which contributes significantly to global carbon dioxide emissions. Although green technology is not a new concept in Malaysia, awareness and knowledge among small contractors are still low. The higher cost of green building materials compared to conventional ones is one of the main challenges. This study aims to assess understanding, identify challenges, and suggest strategies to increase the use of green technology among G1 to G3 contractors in building construction projects. The methodology of this study is to use quantitative methods for the collection of primary data to obtain the necessary information related to green technology among G1 to G3 contractors in building construction projects. In addition, secondary data collection is done for data analysis purposes. The results of the study show that the level of understanding of green technology among contractors G1 to G3 varies. The study also identified key challenges such as high costs and lack of knowledge, as well as important strategies to improve the implementation of green technologies. It is hoped that these results can be a guide to stakeholders in promoting the adoption of green technology, supporting the sustainable development of the construction sector in Malaysia.

1. Pendahuluan

Sektor pembinaan adalah penting kepada pertumbuhan sosial dan ekonomi Malaysia yang menyediakan persekitaran bangunan yang dibina bagi pertumbuhan dan pembangunan masa hadapan bagi membantu mengekalkan daya saing ekonomi dan meningkatkan kualiti hidup (Mahat *et al.*, 2019). Industri pembinaan telah bekerjasama dengan agensi kerajaan, kumpulan swasta dan orang awam secara amnya untuk menggalakkan penggunaan lebih luas bangunan cekap tenaga, reka bentuk universal, teknologi bangunan hijau dan akses tanpa halangan dalam persekitaran pembinaan (Mahat *et al.*, 2019). Teknologi Hijau ialah satu inisiatif yang membangunkan pelbagai kaedah dan penggunaan bahan, daripada teknik penjanaan tenaga kepada penyelesaian pembersihan bukan toksik. Teknologi hijau juga digunakan untuk melindungi alam sekitar dan sumber semula jadi, meminimumkan dan mengurangkan kesan buruk aktiviti manusia. Teknologi hijau bersifat rentas sektor, menyediakan penyelesaian untuk menyelaraskan keperluan pembangunan ekonomi dengan tanggungjawab alam sekitar kita (Mahat *et al.*, 2019).

Bangunan hijau ialah bangunan mampan yang mengutamakan keselesaan, ekonomi, utiliti dan ketahanan. Ia adalah proses mencipta dan membina bangunan atau struktur lain sambil mematuhi amalan yang mampan dan mesra alam. Mengurangkan penggunaan sumber asli untuk mengelakkan sisa, pencemaran, dan kemerosotan alam sekitar; menggunakan semula atau mengitar semula bahan yang digunakan dalam pembinaan atau diperolehi daripada sumber yang boleh diperbaharui yang digunakan dalam reka bentuk bangunan hijau, yang bertujuan untuk meningkatkan kesihatan manusia, keadaan hidup dan kualiti persekitaran semula jadi (Ha *et al.*, 2020). Bangunan hijau mempunyai aspek seni bina tersendiri yang menyumbang kepada peningkatan kualiti persekitaran dalaman, menjadikannya lebih menyenangkan dan memuaskan berbanding dengan struktur konvensional (Ismail *et al.*, 2008). Matlamat utama kajian ini adalah untuk mengkaji tahap kefahaman kontraktor Gred 1 (G1) hingga Gred 3 (G3) terhadap penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan bangunan. Selain itu, kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti cabaran penggunaan teknologi hijau dalam kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti strategi untuk meningkatkan penggunaan teknologi hijau di kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan.

Pembangunan yang pesat menyumbang kepada pemanasan global, yang mempunyai kesan negatif ke atas semua kehidupan di planet ini akibat pelepasan gas rumah hijau. Jumlah tenaga yang digunakan meningkat dengan pelepasan gas rumah hijau (Karunakaran & Verayah, 2018). Teknologi hijau telah berkembang popular di seluruh dunia, tetapi masih terdapat jurang yang besar dalam pengetahuan awam dan pemahaman tentang kaitannya untuk kemampanan semasa dan masa depan di Malaysia (Ali & Murad, 2019). Kekurangan persefahaman di kalangan rakyat Malaysia ini menghalang penerimaan dan penggunaan teknologi hijau secara meluas, yang penting untuk sebab alam sekitar dan ekonomi. Bagi meningkatkan kesedaran masyarakat dan menggalakkan penggunaan meluas teknologi hijau, ia memerlukan komitmen semua pihak (Tobeng & Mohd Azmi, 2022). Walaupun teknologi hijau merupakan konsep yang terkenal di Malaysia, pemain industri

pembinaan masih tidak menyadari kepentingannya. Kekurangan kesedaran dan kefahaman ini sangat menghalang penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan, yang penting untuk pembangunan mampan (Ahmad *et al.*, 2016).

Bahan-bahan binaan bagi bangunan hijau memerlukan kos yang lebih tinggi berbanding bangunan konvensional. Kos penyelenggaraan bangunan hijau yang tinggi juga menyebabkan kurangnya pembinaan pembangunan hijau di negara ini (Azmi & Mat Radzuan, 2021). Kebimbangan kos, berbanding dengan prosedur pembinaan tradisional, teknologi hijau lebih mahal (Zohoori *et al.*, 2017). Ini benar kerana inisiatif teknologi hijau memerlukan perbelanjaan pembangunan dan latihan yang besar. Sebagai contoh, menggunakan panel solar memerlukan perbelanjaan penyelenggaraan tahunan yang sangat tinggi dan buku panduan pemasangan khusus. Tambahan pula, berbanding produk bukan hijau di pasaran, kos komponen ganti untuk produk hijau adalah lebih tinggi. Salah satu halangan untuk memasang teknologi bangunan hijau adalah kekurangan sumber kewangan untuk menampung kos awal pembinaan dan keupayaan kewangan kontraktor berbeza mengikut saiz organisasi (Abd Razak *et al.*, 2022). Kontraktor di Malaysia mempunyai halangan besar dalam melaksanakan teknologi hijau, disebabkan kos permulaan yang tinggi dan keperluan untuk kemahiran dan latihan khusus. Beban kewangan ini amat mencabar bagi syarikat yang lebih kecil, yang mungkin kekurangan kapasiti untuk melabur dalam teknologi hijau (Hashim *et al.*, 2022). Kajian ini bertujuan mengkaji kontraktor G1 hingga G3 terhadap tahap kefahaman berkaitan teknologi hijau dalam projek pembinaan bangunan. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti cabaran penggunaan teknologi hijau di kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan. Seterusnya, kajian ini dilakukan untuk mengenalpasti strategi meningkatkan penggunaan teknologi hijau di kalangan kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan.

2. Kajian Literatur

2.1 Penggunaan Teknologi Hijau dalam Pembinaan Bangunan

Pembinaan bangunan ialah perkara yang mencabar dan pelbagai yang merangkumi beberapa prosedur, bahan dan teknologi. Perancangan, reka bentuk dan pelaksanaan adalah tiga peringkat penting pembinaan bangunan, dan setiap satu memerlukan kemahiran dan kepakaran khusus. Kajian kemungkinan, pemilihan lokasi dan anggaran kos semuanya penting sepanjang proses perancangan. Perancangan yang berkesan memastikan projek itu boleh dilaksanakan dan mematuhi semua piawaian kawal selia. Fasa reka bentuk melibatkan kerja seni bina dan kejuruteraan, dengan lukisan dan keperluan struktur ditetapkan untuk membimbing pembinaan. Reka bentuk moden semakin merangkumi konsep kelestarian, menekankan kecekapan tenaga dan kesan alam sekitar yang rendah (Ching, 2014). Fasa pelaksanaan memerlukan proses pembinaan sebenar, yang termasuk membina asas, mencipta struktur atas, dan menyiapkan paip, sistem elektrik, dan reka bentuk dalaman.

Pembinaan bangunan hijau telah timbul sebagai perubahan paradigma kritikal dalam sektor pembinaan di seluruh dunia, bertujuan untuk mengurangkan kesan negatif alam sekitar dan menggalakkan pertumbuhan yang mampan. Bangunan hijau merangkumi konsep kecekapan tenaga, pemuliharaan sumber, dan tanggungjawab alam sekitar sepanjang peringkat reka bentuk, pembinaan, operasi dan penyelenggaraan (Ding *et al.*, 2017). Pendekatan sedemikian bukan sahaja mengurangkan pelepasan karbon dan pengurangan sumber semula jadi, tetapi juga meningkatkan kesihatan dan kesejahteraan penghuni sambil mengurangkan kos kitaran hayat keseluruhan. Menurut Hasan *et al.* (2020), amalan bangunan hijau merangkumi pelbagai taktik untuk mengoptimalkan prestasi alam sekitar dan keselesaan penghuni, seperti penggunaan bahan boleh diperbaharui, sistem cekap tenaga, pendekatan reka bentuk pasif dan langkah pengurangan sisa.

Teknologi hijau dalam pembinaan merujuk kepada pelbagai konsep dan amalan baharu yang bertujuan untuk mengurangkan kesan persekitaran operasi bangunan sambil meningkatkan kemampanan dan kecekapan. Menurut Lee *et al.* (2020), teknologi hijau dalam pembinaan merujuk kepada penggunaan bahan mesra alam, sistem cekap tenaga, sumber tenaga boleh diperbaharui, dan teknik pembinaan termaju untuk mengurangkan penggunaan sumber, penjana sisa dan pelepasan karbon sepanjang kitaran hayat sesebuah bangunan. Konsep reka bentuk pasif, bumbung hijau, panel solar, sistem penuaian air hujan dan sistem HVAC (Pemanasan, Pengudaraan dan Penyaman Udara) cekap tenaga adalah antara taktik yang digunakan untuk mencipta bangunan berprestasi tinggi dan bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

2.2 Pihak Terlibat Dalam Pembinaan Bangunan

Untuk memastikan kejayaan projek pembinaan bangunan, pelbagai pihak berkepentingan bekerjasama. Pemilik atau pelanggan memulakan projek dan menyediakan dana yang diperlukan, menyatakan apa yang mereka perlukan dan visi mereka untuknya. Arkitek dan jurutera mengubah kriteria ini kepada reka bentuk yang tepat yang memenuhi piawaian struktur, fungsian dan estetik (Ching, 2014). Kerja pembinaan fizikal dilakukan oleh kontraktor dan subkontraktor, yang menyediakan tapak, memasang struktur, dan memasang sistem mekanikal dan elektrik sambil mengikut keperluan keselamatan dan jangka masa projek (Halpin & Senior, 2011). Pengurus

projek menyelia keseluruhan proses, berhubung dengan pelbagai pihak berkepentingan, mengurus sumber, dan memastikan projek berjalan lancar dari awal hingga akhir (Gould dan Joyce, 2009). Juruukur bahan memainkan peranan penting dalam pengurusan kos dengan memberikan anggaran kos yang tepat, memantau perbelanjaan projek, dan menasihati kaedah perolehan untuk memastikan projek mengikut bajet (Odeyinka & Kaka, 2011). Pihak berkuasa menguatkuasakan peraturan dan piawaian bangunan untuk memastikan keselamatan dan pematuhan pembinaan, manakala pembekal menyediakan bahan dan peralatan yang diperlukan untuk operasi pembinaan. Usaha yang diselaraskan di kalangan pelbagai pihak berkepentingan ini adalah penting untuk menyiapkan projek pembinaan berkualiti tinggi mengikut jadual dan mengikut bajet.

2.2.1 Kontraktor

Kontraktor memainkan peranan penting dalam sektor pembinaan Malaysia, menyokong penyediaan projek bangunan dan memberi sumbangan besar kepada pembangunan infrastruktur negara. Kontraktor ialah entiti kritikal yang bertanggungjawab menjalankan kerja pembinaan, mengurus sumber dan memastikan projek disiapkan tepat pada masanya dan mengikut bajet. Menurut Chua *et al.* (2019), industri pembinaan Malaysia banyak bergantung kepada kontraktor untuk kecekapan teknikal, kemahiran pengurusan projek dan kecekapan operasi. Kontraktor di Malaysia dikelaskan kepada beberapa kumpulan, bermula daripada kontraktor tempatan berskala kecil hinggalah kepada syarikat antarabangsa, masing-masing mempunyai kepakaran tersendiri (Yunus *et al.*, 2018).

Sistem penggredan kontraktor di Malaysia, yang terdiri daripada Gred 1 hingga Gred 7, menunjukkan tahap keupayaan dan kecekapan kontraktor yang berbeza. Menurut Lim *et al.* (2020), Kontraktor Gred 7 terkenal dengan kemahiran teknikal yang luar biasa, kestabilan kewangan dan pengalaman penting mereka menyiapkan projek pembinaan berskala besar dan kompleks. Kerana kualiti dan kebolehpercayaan yang ditunjukkan, kontraktor ini sering dipertimbangkan untuk projek kerajaan dan antarabangsa. Apabila kontraktor melalui sistem penggredan, kemahiran dan kepakaran mereka mungkin berbeza. Kontraktor dalam gred 2 hingga 4 mempunyai asas yang kukuh dalam pembinaan tetapi mungkin kekurangan sumber dan kepakaran yang besar daripada kontraktor Gred 7 (Lim *et al.*, 2020). Gred 1 sering mewakili kontraktor yang kurang kepakaran dan keupayaan, menumpukan perhatian dalam projek berskala lebih kecil atau sektor khusus industri pembinaan.

2.2.2 Peranan Kontraktor Dalam Menggunakan Teknologi Hijau

Kontraktor memainkan peranan penting dalam melaksanakan teknologi hijau dan memastikan kejayaan projek pembinaan yang mampan. Kontraktor berada di barisan hadapan dalam melaksanakan reka bentuk bangunan hijau dan dengan cekap menggabungkan idea kemampanan ke dalam proses pembinaan. Tugas mereka termasuk memilih bahan mesra alam, mengurus langkah pengurangan sisa, dan menggunakan teknik pembinaan cekap tenaga (Shi *et al.*, 2013). Kontraktor memainkan peranan penting dalam menukar idea kelestarian arkitek dan jurutera kepada hasil praktikal di tapak pembinaan, memastikan projek memenuhi piawaian bangunan hijau seperti *Green Building Index (GBI) Malaysia* (Zainul Abidin, 2010). GBI menyediakan rangka kerja menyeluruh untuk menganalisis prestasi alam sekitar bangunan dan menyokong penggunaan pendekatan pembinaan mampan yang sesuai dengan konteks tempatan.

2.3 Tahap Kefahaman Kontraktor

Penggunaan teknologi hijau yang berkesan dalam projek pembinaan sangat bergantung kepada pemahaman, pengetahuan, sikap dan tindakan kontraktor. Kontraktor memainkan peranan penting dalam sektor pembinaan dengan merapatkan jurang antara reka bentuk dan pelaksanaan, menjadikan pengetahuan teknologi hijau penting untuk mencapai matlamat kemampanan.

2.3.1 Kefahaman

Kefahaman kontraktor terhadap teknologi hijau adalah penting untuk pelaksanaan berkesan amalan mampan dalam pembinaan. Pemahaman termasuk mengenal pasti konsep kemampanan serta kriteria khusus piawaian bangunan hijau di Malaysia, seperti *Green Building Index (GBI)*. Ia juga memerlukan pemahaman tentang kelebihan alam sekitar, ekonomi dan sosial dalam melaksanakan teknologi hijau ke dalam projek pembinaan (Zainul Abidin 2010). Pemahaman asas ini diperlukan untuk kontraktor membuat pertimbangan yang wajar sepanjang proses pembinaan.

2.3.2 Pengetahuan

Pengetahuan merujuk kepada maklumat teknikal dan praktikal yang diperlukan oleh kontraktor untuk menggunakan teknologi hijau dengan cekap. Ini termasuk pengetahuan tentang bahan lestari, sistem cekap tenaga, dan pendekatan pengurangan sisa (Darko & Chan, 2016). Pengetahuan juga termasuk mengikuti perkembangan terbaru dalam teknologi hijau dan peraturan kawal selia. Program pendidikan dan latihan

yang berterusan diperlukan untuk kontraktor memperoleh dan mengekalkan maklumat ini, menjamin ia boleh digunakan dengan jayanya di tapak bangunan (Shari & Jaafar, 2012).

2.3.3 Sikap

Sikap kontraktor mengenai teknologi hijau mempunyai kesan yang besar terhadap kesediaan mereka untuk melaksanakan dan menggalakkan amalan mampan. Sikap positif dibezakan dengan pendekatan proaktif terhadap kelestarian, yang melihatnya sebagai komponen yang bermanfaat dan bersepadu dalam proses pembinaan dan bukannya beban tambahan (Ahn *et al.*, 2013). Kontraktor yang mempunyai sikap positif lebih cenderung untuk melabur dalam latihan, menggunakan teknologi inovatif dan mempromosikan amalan hijau di kalangan rakan sebaya dan pelanggan mereka. Sebaliknya, sikap negatif atau apatis boleh menjadi penghalang yang ketara kepada penggunaan teknologi hijau.

2.3.4 Tindakan

Akhir sekali, pemahaman, kepakaran dan sikap kontraktor mesti diterjemahkan ke dalam langkah yang boleh diambil tindakan. Ini melibatkan pemilihan bahan yang mampan, menggunakan proses pembinaan yang cekap tenaga, mengurus sisa dengan betul, dan mematuhi peraturan bangunan hijau (Hwang & Ng, 2013). Kontraktor juga bekerjasama dengan pihak berkepentingan, termasuk sebagai arkitek, jurutera dan pelanggan, untuk mencapai matlamat kemampan bersama. Tambahan pula, kontraktor boleh menunjukkan contoh yang baik dengan menunjukkan daya maju dan kelebihan teknologi hijau dalam projek mereka, menggalakkan penggunaan industri yang lebih luas (Shi *et al.*, 2013).

2.4 Jenis Teknologi Hijau

2.4.1 Bahan Hijau

Bahan hijau, seperti bahan kitar semula, bahan bertenaga rendah dan sumber boleh diperbaharui dengan pantas, adalah komponen penting dalam pembinaan bangunan lestari (Ajayi *et al.*, 2019). Kitar semula dan guna semula bahan yang digunakan dalam industri pembinaan akan mengurangkan pencemaran alam sekitar seperti keluli boleh digunakan untuk mengurangkan keperluan bahan mentah baharu, dan produk terbiodegradasi seperti cat semula jadi atau rendah *Volatile Organic Compounds (VOC)* yang menghapuskan pencemaran dalaman dan mengurangkan secara semula jadi tanpa merosakkan alam sekitar.

2.4.2 Panel Solar

Bangunan sifar tenaga bertujuan untuk menghasilkan tenaga sebanyak yang digunakan dalam setahun, biasanya melalui gabungan reka bentuk cekap tenaga dan teknologi tenaga boleh diperbaharui (Lam *et al.*, 2017). Bangunan sifar tenaga menggunakan sumber tenaga boleh diperbaharui yang disepadukan dengan grid elektrik untuk menjana tenaga sebanyak yang digunakan dalam setahun. Contoh biasa sumber tenaga boleh diperbaharui ini ialah sistem fotovoltaiik suria, yang mengurangkan kesan karbon bangunan dan kebergantungan kepada tenaga tidak boleh diperbaharui (Hernandez & Kenny, 2010). Penggabungan teknologi ini bukan sahaja memenuhi keperluan tenaga bangunan tetapi juga memajukan kecekapan tenaga dan kelestarian alam sekitar.

2.4.3 Sistem Penuaian Air Hujan

Sistem penuaian air hujan mengumpul dan menyimpan air hujan untuk kegunaan yang tidak boleh dimakan termasuk pengairan, penyiraman tandas dan pencucian (Pandey & Raghubanshi, 2018). Sistem penuaian air hujan juga menjadi popular di Malaysia, terutamanya di kawasan bandar yang mempunyai isu kekurangan air.

2.4.4 Sistem Pengudaraan Hijau

Sistem pengudaraan hijau menggunakan teknik pengudaraan semula jadi seperti pengudaraan perolahan dan pengudaraan silang untuk meningkatkan kualiti udara dalaman sambil mengurangkan pergantungan pada sistem pengudaraan mekanikal (Bilgen, 2019). Sesetengah peralatan bangunan menggunakan pengudaraan silang untuk menjimatkan tenaga sambil juga menyediakan penghuni dengan penembusan cahaya semula jadi ke dalam bangunan dan udara. Pengudaraan silang ialah penempatan apertur atau tingkap pada sisi bertentangan dinding bangunan untuk meningkatkan aliran udara dan cahaya semula jadi.

2.4.5 Bumbung Hijau

Bumbung hijau ialah sistem bumbung yang ditanam dengan tumbuh-tumbuhan di atasnya yang menawarkan pelbagai faedah alam sekitar, termasuk penebat haba yang lebih besar, mengurangkan larian air hujan, dan meningkatkan biodiversiti (Getter & Rowe, 2006). Sistem bumbung hijau ialah bumbung sedia ada yang telah ditanam dengan pelbagai jenis tumbuhan. Ia mempunyai kalis air yang bagus, sistem penghalau akar, saluran dan kain penapis. Bumbung hijau dikelaskan kepada dua kategori berdasarkan ciri dan aplikasinya: bumbung hijau sengit dan luas.

2.4.6 Dinding Hijau

Dinding hijau, atau dinding hidup, adalah taman menegak yang menggabungkan tumbuhan ke dalam fasad bangunan untuk meningkatkan kualiti udara, estetika, dan habitat haiwan (Gedge *et al.*, 2008). Dinding hijau, kadang-kadang dikenali sebagai dinding tumbuhan, dikaitkan dengan pelbagai tumbuhan. Oleh kerana dindingnya mengandungi tumbuhan hidup, ia selalunya termasuk sistem penyiraman terbina didalamnya. Reka bentuk dalaman yang mengutamakan persekitaran semula jadi mewujudkan suasana yang lebih menarik dan menyenangkan. Dinding hijau dan bumbung hijau mempunyai ciri dan tujuan yang setanding.

2.5 Cabaran Penggunaan Teknologi Hijau

Penggunaan teknologi hijau dalam pembinaan bangunan adalah penting untuk kemampanan, tetapi terdapat pelbagai cabaran yang mungkin mengehadkan penggunaan meluas. Kos permulaan yang tinggi dan kurang kesedaran dan kefahaman di kalangan pihak berkepentingan adalah halangan biasa. Tambahan pula, halangan undang-undang dan kekurangan kakitangan berpengalaman menghalang penggunaan amalan mampan dalam pembinaan.

2.5.1 Kos Permulaan Tinggi

Teknologi hijau datang dengan kos permulaan yang tinggi. Sistem cekap tenaga, pemasangan tenaga boleh diperbaharui dan bahan lestari, contohnya, kadangkala memerlukan perbelanjaan awal yang besar berbanding penyelesaian tradisional (Darko & Chan, 2016). Halangan kos ini boleh menjadi halangan yang utama bagi kontraktor, terutamanya di kawasan yang sumber ekonominya terhad. Tambahan pula, faedah jangka panjang teknologi hijau, seperti kos operasi yang lebih rendah dan kesan alam sekitar, mungkin tidak selalu jelas atau diiktiraf oleh pihak berkepentingan, merumitkan lagi pilihan pelaburan (Zuo & Zhao, 2014).

2.5.2 Kesedaran dan Kefahaman

Kekurangan kesedaran dan kefahaman tentang teknologi hijau dalam kalangan pihak berkepentingan, seperti kontraktor dan pengguna akhir, mungkin menimbulkan kebimbangan tentang pelaksanaan teknologi dan amalan mampan. Kontraktor, sebagai contoh, mungkin kekurangan pengetahuan teknikal yang diperlukan untuk memasang dan menyelenggara teknologi hijau dengan berkesan, mengakibatkan prestasi buruk dan perbelanjaan jangka panjang yang lebih tinggi. Tambahan pula, tanpa latihan dan pendidikan yang betul, pihak berkepentingan mungkin mengabaikan faedah jangka panjang teknologi hijau dan mengehadkan penggunaan teknologi hijau (Johnson, 2022; Smith & Brown, 2023).

2.5.3 Undang-undang dan Dasar

Kekurangan undang-undang dan dasar yang ditetapkan untuk menggunakan teknologi hijau boleh menyebabkan ketidakpastian dalam penggunaan yang akan menyekat penggunaan. Sifat tradisional industri pembinaan dan keengganan untuk berubah juga menyekat penggunaan meluas teknologi hijau (Ahn *et al.*, 2013). Selain itu, pelbagai rangka kerja undang-undang merentas kawasan mungkin menyukarkan untuk memantau pematuhan dan mengekalkan piawaian yang konsisten akan merumitkan proses penerimaan untuk pemaju dan kontraktor.

2.5.4 Bahan Binaan

Kekurangan bahan hijau dan teknologi khususnya pasaran boleh meningkatkan kos dan mengehadkan alternatif untuk pembina yang ingin memasukkan amalan mampan (Zhang, Shen, dan Wu, 2011). Tambahan pula, rantaian bekalan untuk sumber hijau kurang mantap berbanding dengan bahan konvensional, yang boleh mengakibatkan kelewatan dan isu logistik yang lebih besar. Ini mungkin tidak menggalakkan pembina daripada menggunakan bahan hijau kerana kebimbangan tentang kebolehpercayaan dan jangka masa projek akan menghalang penggunaan teknik pembinaan mampan.

2.5.5 Insentif Kewangan dan Promosi

Kerajaan memberikan kekurangan insentif kewangan dan membantu mempromosikan penggunaan teknologi hijau. Subsidi, insentif cukai dan geran adalah penting untuk menampung kos permulaan dan menjadikan teknologi hijau lebih mudah diakses. Dengan ketiadaan saluran pembiayaan sedemikian, teknik mampan kekal kurang digunakan (Li, Zhang, & Song, 2019). Akibatnya, ramai pembangun dan pembina boleh memilih untuk pilihan konvensional, kurang mampan kerana kos permulaan yang lebih rendah, mengekalkan pergantungan pada teknik bangunan yang sudah lapuk. Jadual 1 menunjukkan cabaran penggunaan teknologi hijau serta penulis kajian lepas.

Jadual 1 Cabaran Penggunaan Teknologi Hijau

Cabaran Penggunaan Teknologi Hijau	Penulis
Kos Permulaan Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Darko & Chan (2016) • Zuo & Zhao (2014)
Kesedaran dan Kefahaman	<ul style="list-style-type: none"> • Johnson (2022) • Smith & Brown (2023)
Undang-undang dan Dasar	<ul style="list-style-type: none"> • Ahn <i>et al.</i> (2013)
Bahan Hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Zhang <i>et al.</i> (2011)
Insentif Kewangan dan Promosi	<ul style="list-style-type: none"> • Li <i>et al.</i> (2019)

2.6 Strategi Penggunaan Teknologi Hijau

Meningkatkan penggunaan teknologi hijau dalam pembinaan memerlukan pembangunan strategi yang cekap untuk mengatasi cabaran dan menggalakkan pelaksanaan. Ini termasuk mengatasi cabaran seperti perbelanjaan permulaan yang tinggi, kekurangan kesedaran dan kekurangan kemahiran teknikal di kalangan pihak berkepentingan. Tambahan pula, menggalakkan kerjasama dalam kalangan agensi kerajaan, peserta industri, dan institusi akademik boleh mempercepatkan penggunaan amalan dan teknologi mampan dalam industri pembinaan.

2.6.1 Insentif Kewangan

Menawarkan insentif kewangan dan alat sokongan untuk merangsang pelaburan dalam teknologi hijau. Subsidi pelepasan cukai dan pemberian boleh membantu menampung kos awal melaksanakan teknologi hijau, menjadikan amalan mampan lebih berdaya maju dari segi ekonomi untuk pemaju dan kontraktor (Li, Zhang, & Song, 2019). Kerajaan juga boleh mengenakan peraturan seperti piawai perolehan hijau atau layanan keutamaan untuk bangunan yang diperakui hijau untuk menggalakkan penggunaan bahan dan teknologi yang mampan (Chen, Huang, & Wang, 2014).

2.6.2 Pendidikan dan Kesedaran

Inisiatif pendidikan dan meningkatkan kesedaran juga penting dalam meningkatkan penggunaan teknologi hijau. Program latihan, bengkel, dan kursus pensijilan mungkin menyediakan pihak berkepentingan dengan pengetahuan dan kemahiran untuk melaksanakan amalan hijau dengan berkesan (Fernández-Solís *et al.*, 2019). Program jangkauan dan aktiviti penyebaran maklumat boleh meningkatkan kesedaran tentang kelebihan teknologi hijau dan merangsang perubahan tingkah laku dalam kalangan pemaju, kontraktor, dan pengguna akhir (Gibbons & Chou, 2015). Tambahan pula, publisiti projek bangunan hijau yang berjaya melalui kajian kes, tapak demonstrasi, dan acara industri boleh meningkatkan keyakinan dan menunjukkan kebolehlaksanaan penggunaan teknologi hijau (Heidarinejad & Zolfaghari, 2019).

2.6.3 Undang-undang dan Dasar

Membangunkan undang-undang dan dasar alam sekitar yang positif memerlukan memperkemas proses kawal selia dan menetapkan kriteria dan peraturan yang jelas untuk melaksanakan teknologi hijau. Kerajaan mungkin menggalakkan penggunaan amalan hijau dengan mempercepatkan prosedur kelulusan, menawarkan bantuan teknikal dan menjamin keseragaman rangka kerja pengawalseliaan merentas sektor (Zuo dan Zhao, 2014). Tambahan pula, memasukkan keperluan kemampanan ke dalam peraturan bangunan dan undang-undang membantu menginstitusikan amalan bangunan hijau dan menjadikannya sebagai komponen tetap projek pembinaan (Chen, Huang, & Wang, 2014). Kerajaan mungkin merangsang penggunaan meluas teknologi bangunan hijau dengan menghubungkan insentif kawal selia dengan objektif kemampanan.

2.6.4 Kerjasama dan Pertukaran Kemahiran

Kerjasama dan pertukaran kemahiran adalah penting untuk membangunkan inovasi dan meningkatkan hasil projek (Mills *et al.*, 2020). Dengan memupuk perhubungan, membina rangkaian kerjasama, dan menggunakan teknologi digital, pihak berkepentingan industri boleh mengurangkan kekurangan bakat, meningkatkan kerjasama pelbagai disiplin dan mencapai matlamat kemampanan, mendorong pertumbuhan seluruh industri. Usaha kerjasama, seperti kumpulan industri, kerjasama penyelidikan dan majlis bangunan hijau, boleh berfungsi sebagai platform untuk kerjasama dan tindakan kolektif ke arah matlamat kemampanan. Tambahan pula, menggalakkan pembelajaran rakan sebaya dan program bimbingan dalam industri boleh membantu pengamal belajar daripada pengalaman satu sama lain, mempercepatkan penggunaan teknologi hijau (Gibbons & Chou, 2015).

2.6.5 Proses Perolehan

Mengutamakan pilihan teknologi hijau dan memastikan bahawa objektif kemampanan disepadukan ke dalam proses membuat keputusan projek boleh dipermudahkan dengan memasukkan metrik dan kriteria kemampanan ke dalam rangka kerja penilaian projek, seperti penilaian kitaran hayat dan penilaian kesan alam sekitar (Zuo & Zhao, 2014). Dengan menyelaraskan proses perolehan dengan objektif kemampanan, perniagaan mungkin mewujudkan permintaan pasaran untuk penyelesaian mesra alam dan menggalakkan inovasi dalam pembinaan. Jadual 2 menunjukkan strategi penggunaan teknologi hijau serta penulis kajian lepas.

Jadual 2 Strategi Penggunaan Teknologi Hijau

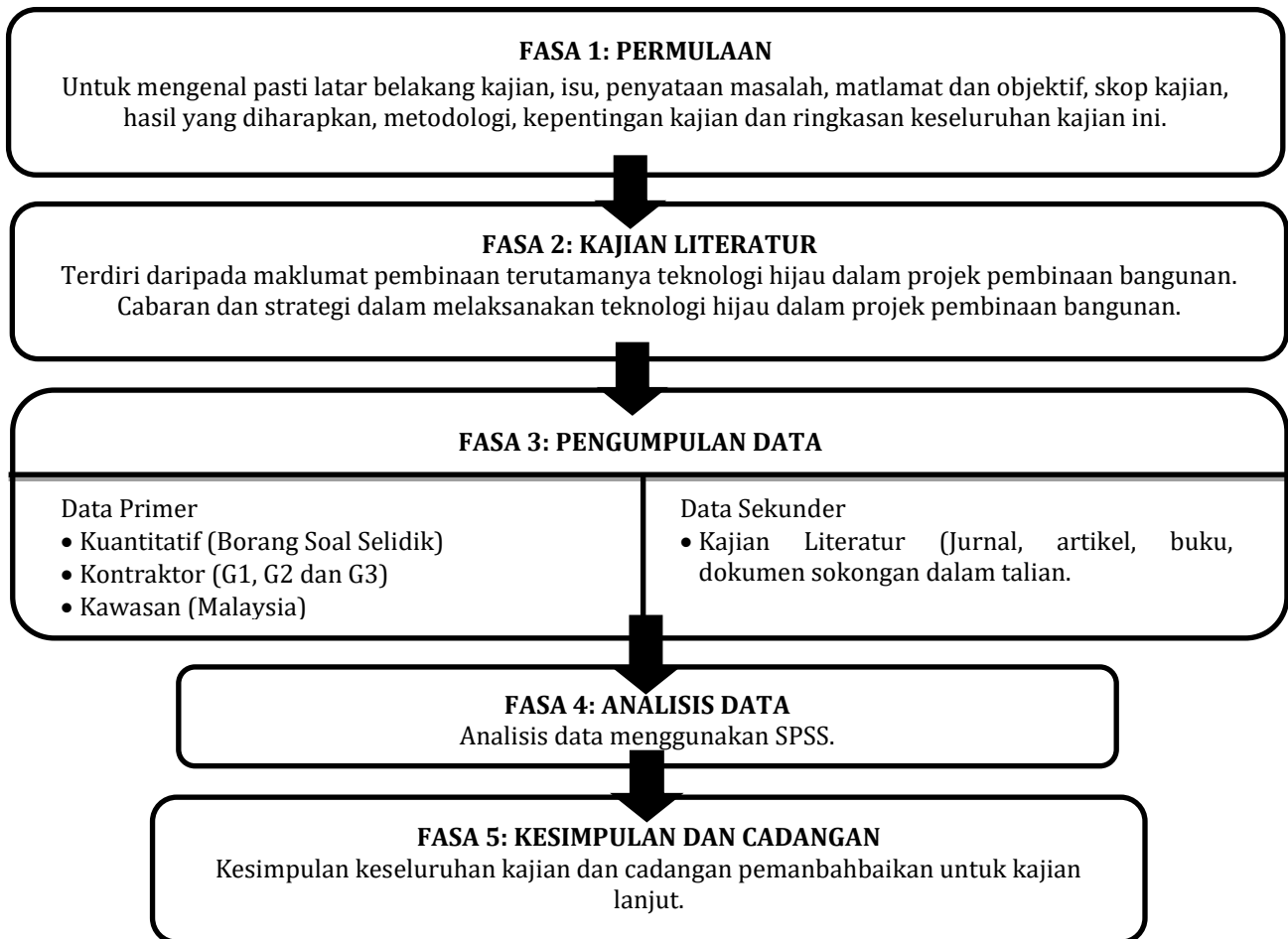
Strategi Penggunaan Teknologi Hijau	Penulis
Insentif Kewangan	<ul style="list-style-type: none"> • Li <i>et al.</i> (2016) • Chen <i>et al.</i> (2014)
Pendidikan dan Kesedaran	<ul style="list-style-type: none"> • Fernández-Solís <i>et al.</i> (2019) • Gibbons & Chou (2015) • Heidarinejad & Zolfaghari (2019)
Undang-undang dan Dasar	<ul style="list-style-type: none"> • Zuo & Zhao (2014) • Chen <i>et al.</i> (2014)
Kerjasama dan Pertukaran Kemahiran	<ul style="list-style-type: none"> • Safari & Madiseh (2018) • Gibbons & Chou (2015)
Proses Perolehan	<ul style="list-style-type: none"> • Zuo & Zhao (2014)

3. Metodologi Kajian

Metodologi kajian ini mentakrifkan dan menerangkan kaedah yang dijalankan semasa kajian ini. Pendekatan yang dipilih mestilah selari dengan objektif dan skop kajian. Kajian ini sangat bergantung pada metodologi, dan membincangkan cara data dikumpul. Seterusnya, membincangkan kajian penggunaan teknologi hijau oleh kontraktor G1 hingga G3 dalam projek pembinaan bangunan. Merangkumi reka bentuk kajian, populasi dan persampelan, pengumpulan data, dan analisis untuk memenuhi objektif kajian.

3.1 Rekabentuk Kajian

Rekabentuk kajian adalah penting untuk menjalankan kajian ini kerana membolehkan sesuatu kajian berjalan dengan lancar dan sistematik. Tambahan pula, bahagian ini menyetengahkan komponen kajian yang dibangunkan untuk membantu memahami kajian ini dengan lebih baik. Disusun daripada satu hingga lima fasa: cadangan, pengumpulan maklumat kajian literatur, pengumpulan data, analisis data, dan kesimpulan dan cadangan. Rajah 1 menunjukkan carta alir yang menggambarkan dengan jelas pendekatan yang digunakan dalam kajian.



Rajah 1 Carta Aliran Rekabentuk Kajian

Fasa Satu: Permulaan

Dalam fasa satu ini, permulaan kepada kajian yang ingin dilakukan terdiri daripada tajuk yang memberikan gambaran ringkas tentang isu kajian, memberikan kejelasan dan kekhususan. Pernyataan masalah kajian mentakrifkan isu atau jurang pengetahuan yang perlu ditangani oleh kajian, serta mentakrifkan keperluan dan matlamat kajian. Persoalan kajian ialah soalan khusus dan boleh dikaji yang menentukan hala tuju dan teknik kajian. Objektif kajian menerangkan matlamat tertentu yang ingin dicapai oleh kajian, membahagikannya kepada objektif yang berbeza. Skop kajian menggariskan sempadan kajian, seperti keluasannya, pembolehubah ditangani, dan sebarang kekangan, dengan itu mewujudkan garis panduan yang jelas.

Fasa Dua: Kajian Literatur

Dalam fasa dua ini, semua data berkaitan kajian literatur yang mengkaji dan menilai kajian dan penerbitan terdahulu mengenai tajuk kajian dikumpulkan. Ia menyediakan latar belakang, mendedahkan jurang dalam pengetahuan sedia ada, dan meletakkan kajian semasa dalam rangka kerja yang lebih luas. Kajian literatur menyumbang kepada keperluan kajian dan memaklumkan reka bentuk kajian dengan mencari teori, cabaran dan strategi yang berkaitan.

Fasa Tiga: Pengumpulan Data (Data Primer dan Data Sekunder)

Dalam fasa tiga ini, semua pengumpulan data primer dilakukan secara kuantitatif terdiri daripada pengumpulan data yang boleh dikira dan dianalisis secara statistik. Fasa ini menggunakan tinjauan soal selidik yang diedarkan kepada populasi sampel. Data yang diperolehi berfungsi sebagai bukti untuk menilai min dan menangani persoalan kajian. Pengedaran soal selidik adalah dengan menghantar tinjauan soalan kepada sampel yang dipilih. Cara pengedaran adalah melalui dalam talian, emel atau secara peribadi. Data sekunder adalah melalui kajian literatur daripada jurnal, artikel, buku, dokumen sokongan dalam talian.

Fasa Empat: Analisis Data

Dalam fasa empat ini, analisis data terdiri daripada pengesanan corak, sambungan dan cerapan yang sepadan dengan persoalan dan objektif kajian. Peringkat ini memerlukan penggunaan kaedah data yang dipaparkan dalam bentuk jadual, carta atau graf untuk meringkaskan data, menguji min, dan membuat kesimpulan. Analisis

fakta memastikan bahawa kesimpulan disokong oleh fakta sebenar, memberikan kredibiliti kepada penemuan kajian.

Fasa Lima: Kesimpulan dan Cadangan

Dalam fasa lima ini, kesimpulan meringkaskan penemuan penting yang berkaitan dengan persoalan dan objektif kajian. Fasa ini menilai keputusan berdasarkan kajian literatur sedia ada dan menganalisis implikasi penemuan. Kesimpulan kajian memberikan panduan untuk aplikasi praktikal, pembaharuan peraturan, dan kajian lanjut. Bahagian ini juga mencadangkan strategi yang mungkin boleh diambil oleh pihak berkepentingan untuk menangani masalah kajian atau menunjukkan perkara yang memerlukan kajian lanjut. Dapatan kajian ini membantu menterjemahkan hasil kajian kepada cadangan praktikal.

3.2 Pengumpulan Data

Menggunakan kedua-dua sumber primer dan sekunder. Penggabungan kedua-dua bentuk data adalah kritikal kerana ia menjamin bahawa kajian itu disokong oleh bukti sebenar serta analisis teori bagi menghasilkan kajian yang lengkap dan kukuh dari segi statistik.

3.2.1 Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung daripada sumber asal, seperti maklumat langsung yang diterima daripada individu, kumpulan atau institusi yang terlibat dalam penyelidikan. Data ini penting untuk membangunkan idea baru dan kesimpulan yang kukuh kerana ia tidak diperoleh daripada artikel, buku, pangkalan data atau jurnal yang diterbitkan sebelum ini. Teknik pengumpulan data biasanya melibatkan meminta pendapat dan pemerhatian secara langsung daripada peserta, memastikan bahawa data adalah relevan dan unik dengan objektif kajian. Teknik ini membantu memastikan ketepatan dan kesahihan keputusan kajian, seperti yang diperhatikan oleh Kumar (2019), yang menekankan kepentingan data primer dalam penyelidikan empirikal.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder ialah maklumat yang telah dikumpul dan didokumentasikan oleh sesetengah pengkaji atas sebab kajian tertentu. Dipersembahkan dalam bentuk data yang dikumpul daripada beberapa sumber, termasuk penerbitan kerajaan, tinjauan, rekod organisasi dalaman, buku, artikel jurnal, laman web, dan laporan. Bentuk pengumpulan data ini adalah mudah, boleh diakses dan masa serta kos efektif. Oleh kerana bahan tersebut diperoleh melalui kajian lepas, ia mungkin tidak tepat atau tidak relevan dengan objektif kajian semasa. Untuk kajian ini, bahan dikumpulkan daripada jurnal, kertas kerja, buku, dan sumber internet yang berkaitan dengan isu yang dihadapi. Tujuannya adalah untuk mendapatkan sebanyak mungkin maklumat daripada perspektif penyelidik lain bagi menambah baik kajian bajet.

3.3 Data Analisis

Analisis data ialah penggunaan kaedah statistik dan logik secara sistematik untuk menerangkan, meringkaskan, dan membandingkan data. Strategi ini penting untuk memahami penemuan kajian dan membuat pertimbangan berasaskan bukti. Statistik deskriptif, seperti min, median dan sisihan piawai, adalah penting untuk mencirikan ciri penting set data. SPSS digunakan untuk membuat kesimpulan keseluruhan populasi daripada sampel data. Teknik-teknik ini menjamin bahawa data dianalisis dengan teliti, membolehkan penyelidik memperoleh kesimpulan yang sah dan boleh dipercayai (Kothari 2004). Kajian ini menggunakan soal selidik melalui boring soal selidik Google dan penyelesaian perisian lain yang semakin popular untuk pengumpulan data dan analisis awal. Borang soal selidik Google ini membolehkan untuk membuat dan menyebarkan tinjauan dengan cepat dan cekap, dan teknologi secara automatik menyusun penemuan ke dalam *google sheets*. Ini membantu dalam peringkat awal analisis data dengan menyediakan statistik ringkasan dan visualisasi seperti carta dan graf. Hamparan Google ini membolehkan analisis statistik dan manipulasi data yang lebih maju, menjadikannya alat serba boleh untuk pengumpulan dan analisis data (Alvarado, 2024).

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Kadar Maklumbalas

Kaedah analisis deskriptif telah digunakan untuk menilai data daripada soal selidik secara lebih sistematik bagi menilai kekerapan, peratusan, dan purata data. Responden sasaran bagi kajian soal selidik ini adalah sebanyak 385 kontraktor G1 hingga G3. Daripada jumlah tersebut, sebanyak 150 borang soal selidik telah diterima

semula, manakala baki 235 borang tidak diterima. Jadual 3 menunjukkan secara khusus peratusan borang soal selidik yang diedarkan, diterima, dan tidak diterima.

Jadual 3 Kadar Maklumbalas

Borang Soal Selidik	N	Kadar (%)
Diedarkan	385	100 %
Diterima	150	38.96 %
Tidak Diterima	235	61.04 %

4.2 Demografi Responden

Jadual 4 menunjukkan perbincangan data Bahagian A iaitu demografi responden. Berdasarkan data, majoriti responden adalah perempuan dengan peratusan sebanyak 54.70% (82 orang). Dari segi umur, responden dalam lingkungan umur 36 hingga 45 tahun mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 26.90% (30 orang). Majoriti responden mempunyai kelayakan Degree dengan peratusan sebanyak 37.30% (56 orang). Responden daripada syarikat Gred 2 mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 42.00% (63 orang). Dari segi jawatan, Juruukur Bahan mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 28.70% (43 orang). Akhir sekali, majoriti responden mempunyai pengalaman bekerja selama 7 hingga 9 tahun dengan peratusan sebanyak 39.30% (59 orang).

Jadual 4 Demografi Responden

Bil	Maklumat Responden	Frekuensi	Peratus (%)
Jantina			
i.	Lelaki	68	45.30
ii.	Perempuan	82	54.70
Umur			
i.	≤ 25 Tahun	19	12.60
ii.	26 – 35 Tahun	36	22.20
iii.	36 – 45 Tahun	30	26.90
iv.	46 – 55 Tahun	42	22.80
v.	≥ 56 Tahun	23	15.60
Tahap Pendidikan			
i.	Sijil	24	16.00
ii.	Diploma	45	30.00
iii.	Degree	56	37.30
iv.	Master	25	16.70
Gred Syarikat Kontraktor			
i.	G1	49	32.70
ii.	G2	63	42.00
iii.	G3	38	25.30
Jawatan			
i.	Pengurus Projek	17	11.30
ii.	Jurutera	42	28.00
iii.	Arkitek	32	21.30
iv.	Juruukur Bahan	43	28.70
v.	Penyelia Tapak	16	10.70
Pengalaman Bekerja			
i.	Kurang 3 Tahun	22	14.70
ii.	4 - 6 Tahun	42	28.00
iii.	7 - 9 Tahun	59	39.30
iv.	10 Tahun Keatas	27	18.00

4.3 Tahap Kefahaman Kontraktor Skala Kecil Terhadap Penggunaan Teknologi Hijau Dalam Projek Pembinaan Bangunan

Jadual 5 perbincangan analisis data Objektif 1, menunjukkan tahap kefahaman, pengetahuan, sikap, dan tindakan kontraktor terhadap teknologi hijau secara keseluruhan berada pada tahap tinggi, dengan beberapa item mencatat persetujuan tinggi. Item dengan purata tertinggi ialah "Penggunaan teknologi hijau dapat meningkatkan kecekapan sumber tenaga" (min 4.00, tahap tinggi), manakala purata terendah ialah "Berpengetahuan mengurangkan sumber tenaga melalui penggunaan teknologi hijau" (min 3.50, tahap

sederhana). Dalam kategori sikap, item “Cakna terhadap maklumat terkini berkaitan teknologi hijau” mencatat min 3.90, tertinggi dalam kategori tersebut, manakala dalam kategori tindakan, item “Penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan bangunan” dan “Menghadiri kursus dan latihan berkaitan pelaksanaan teknologi hijau” masing-masing mencatat min 3.80. Selain itu, item “Penggunaan teknologi hijau dapat mengurangkan impak negatif kepada alam sekitar” dan “Memahami perbezaan antara penggunaan teknologi hijau dan kaedah pembinaan konvensional” masing-masing mencatat min 3.70. Data ini mencerminkan potensi besar untuk meningkatkan kefahaman dan penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan.

Jadual 5 Kefahaman Kontraktor

No.	Item	Purata (min)	Tahap Persetujuan	Kedudukan
Kefahaman		3.80	Tinggi	
i.	Penggunaan teknologi hijau dapat meningkatkan kecekapan sumber tenaga.	4.00	Tinggi	1
ii.	Penggunaan teknologi hijau dapat mengurangkan impak negatif kepada alam sekitar.	3.70	Tinggi	2
iii.	Memahami perbezaan antara penggunaan teknologi hijau dan kaedah pembinaan konvensional.	3.70	Tinggi	3
Pengetahuan		3.63	Sederhana	
i.	Berpengetahuan mengurangkan sumber tenaga melalui penggunaan teknologi hijau.	3.50	Sederhana	3
ii.	Berpengetahuan penarafan Green Building Index (GBI) dalam penggunaan teknologi hijau.	3.70	Tinggi	2
iii.	Berpengetahuan terhadap insentif kerajaan dalam mempromosi teknologi hijau.	3.70	Tinggi	1
Sikap		3.70	Tinggi	
i.	Cakna terhadap maklumat terkini berkaitan teknologi hijau.	3.90	Tinggi	1
ii.	Menghadiri seminar atau kursus berkaitan teknologi hijau.	3.50	Sederhana	3
iii.	Meningkatkan kesedaran berkaitan teknologi hijau kepada organisasi.	3.70	Tinggi	2
Tindakan		3.77	Tinggi	
i.	Merancang penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan bangunan.	3.70	Tinggi	3
ii.	Penggunaan teknologi hijau dalam projek pembinaan bangunan.	3.80	Tinggi	1
iii.	Menghadiri kursus dan latihan berkaitan pelaksanaan teknologi hijau.	3.80	Tinggi	2

4.4 Cabaran Penggunaan Teknologi Hijau Di Kalangan Kontraktor Skala Kecil Dalam Projek Pembinaan Bangunan

Jadual 6 perbincangan analisis data Objektif 2 menunjukkan kontraktor skala kecil menghadapi cabaran sederhana dalam melaksanakan teknologi hijau, dengan purata min setiap aspek melebihi 3.50. Cabaran utama ialah insentif kewangan terhad (min 4.00), diikuti kurang memahami faedah teknologi hijau (min 3.90), dan kekangan undang-undang serta dasar (min 3.80). Kesedaran dan kefahaman turut menjadi isu penting (min 3.70), khususnya kos pemasangan teknologi hijau (min 3.70). Cabaran bahan hijau mencatat purata min 3.57, melibatkan kekurangan bekalan dan galakan penggunaannya. Secara keseluruhan, kos tinggi, kekurangan insentif, kesedaran, bekalan bahan, dan halangan dasar memerlukan strategi seperti insentif kewangan, kempen promosi, serta pembaikan dasar bagi memudahkan pelaksanaan teknologi hijau di kalangan kontraktor kecil.

Jadual 6 Cabaran Penggunaan Teknologi Hijau

No.	Item	Purata (min)	Tahap Persestujuan	Kedudukan
Kos Permulaan Tinggi		3.63	Sederhana	
i.	Kos pemasangan teknologi hijau yang tinggi.	3.70	Tinggi	1
ii.	Kekangan kewangan menyukarkan penggunaan teknologi hijau.	3.60	Sederhana	2
iii.	Pulangan pelaburan teknologi hijau tidak setimpal dengan kos permulaan yang tinggi.	3.60	Sederhana	3
Kesedaran dan Kefahaman		3.70	Tinggi	
i.	Kurang kesedaran terhadap pemilihan teknologi hijau.	3.50	Sederhana	3
ii.	Kurang memahami faedah penggunaan teknologi hijau.	3.90	Tinggi	1
iii.	Kurang kefahaman untuk mengakses maklumat berkaitan teknologi hijau.	3.70	Tinggi	2
Bahan Teknologi Hijau		3.57	Sederhana	
i.	Bekalan bahan teknologi hijau terhad.	3.50	Sederhana	3
ii.	Tiada galakan penggunaan bahan teknologi hijau.	3.60	Sederhana	1
iii.	Kesukaran mencari pembekal bahan teknologi hijau.	3.60	Sederhana	2
Undang-undang dan Dasar		3.80	Tinggi	
i.	Kekangan penguatkuasaan undang-undang penggunaan teknologi hijau.	3.80	Tinggi	1
ii.	Kekurangan insentif kepada kontraktor kecil.	3.80	Tinggi	2
iii.	Proses kelulusan yang rumit menghalang penggunaan teknologi hijau.	3.80	Tinggi	3
Insentif Kewangan dan Promosi		3.83	Tinggi	
i.	Prosedur rumit untuk mendapatkan insentif kewangan.	3.80	Tinggi	2
ii.	Insentif kewangan (geran, subsidi dan potongan cukai) terhad.	4.00	Tinggi	1
iii.	Kekurangan promosi teknologi hijau dikalangan kontrak skala kecil.	3.70	Tinggi	3

4.5 Strategi Meningkatkan Penggunaan Teknologi Hijau Di Kalangan Kontraktor Skala Kecil Dalam Projek Pembinaan Bangunan

Jadual 7 perbincangan analisis data Objektif 3 menunjukkan lima strategi utama iaitu insentif kewangan, pendidikan dan kesedaran, undang-undang dan dasar, kerjasama dan pertukaran kemahiran, serta proses perolehan yang berada pada tahap sederhana dengan purata min melebihi 3.60, menekankan kepentingan pelaksanaan serentak untuk menyokong penggunaan teknologi hijau. Strategi insentif kewangan mencatat purata tertinggi (min 3.73), khususnya pemberian insentif (min 4.00), menunjukkan peranan penting sokongan kewangan seperti geran dan subsidi. Pendidikan dan kesedaran (min 3.67) serta proses perolehan (min 3.67) masing-masing menonjolkan keperluan program pendidikan untuk meningkatkan kefahaman kontraktor dan rangkaian bekalan mantap serta sistem perolehan mudah. Kerjasama dan pertukaran kemahiran (min 3.63) menggariskan pentingnya hubungan erat dengan institusi pendidikan bagi meningkatkan kemahiran teknikal. Undang-undang dan dasar mencatat purata terendah (min 3.60), menyerlahkan keperluan penguatkuasaan lebih tegas dan garis panduan jelas. Kelima-lima strategi ini perlu dilaksanakan secara kolektif melalui kerjasama antara kerajaan, industri, dan institusi pendidikan untuk mengatasi cabaran utama seperti kos permulaan tinggi dan kelemahan dasar, sekaligus mendorong penerapan teknologi hijau secara mampan dalam sektor pembinaan skala kecil di Malaysia.

Jadual 7 Strategi Meningkatkan Penggunaan Teknologi Hijau

No.	Item	Purata (min)	Tahap Persetujuan	Kedudukan
Insentif Kewangan		3.73	Tinggi	
i.	Kemudahan geran, subsidi atau bayaran balik.	3.60	Sederhana	2
ii.	Kemudahan pinjaman dengan faedah rendah.	3.60	Sederhana	3
iii.	Pemberian insentif kewangan dalam penggunaan teknologi hijau.	4.00	Tinggi	1
Pendidikan dan Kesedaran		3.67	Sederhana	
i.	Meningkatkan program pendidikan dan latihan.	3.50	Sederhana	3
ii.	Meningkatkan kesedaran faedah jangka panjang penggunaan teknologi hijau.	3.80	Tinggi	1
iii.	Perkongsian kejayaan penggunaan teknologi hijau.	3.70	Tinggi	2
Undang-undang dan Dasar		3.60	Sederhana	
i.	Penglibatan dalam penggubalan dasar penggunaan teknologi hijau.	3.70	Tinggi	1
ii.	Garis panduan yang jelas bagi penggunaan teknologi hijau.	3.50	Sederhana	3
iii.	Penguatkuasaan undang-undang dalam penggunaan teknologi hijau.	3.60	Sederhana	2
Kerjasama dan Pertukaran Kemahiran		3.63	Sederhana	
i.	Kerjasama penggunaan teknologi hijau dengan kontraktor skala besar.	3.50	Sederhana	3
ii.	Perkongsian kemahiran dengan kontraktor skala besar.	3.60	Sederhana	2
iii.	Jalinan kerjasama dengan institusi pendidikan berkaitan teknologi hijau.	3.80	Tinggi	1
Proses Perolehan		3.67	Tinggi	
i.	Kemudahan perolehan penggunaan teknologi hijau.	3.70	Tinggi	2
ii.	Mewujudkan senarai pembekal teknologi hijau.	3.60	Sederhana	3
iii.	Kerjasama perolehan dengan pembekal teknologi hijau.	3.70	Tinggi	1

5. Kesimpulan

Kesimpulannya, dapatan kajian ini menunjukkan tahap kefahaman kontraktor skala kecil berada pada tahap tinggi tetapi potensi besar untuk memperbaiki tahap kefahaman, pengetahuan, sikap, dan tindakan kontraktor terhadap teknologi hijau dalam industri pembinaan, dengan beberapa aspek yang mencapai tahap persetujuan rendah. Seterusnya, kajian ini mengenal pasti cabaran utama pelaksanaan teknologi hijau dalam kalangan kontraktor skala kecil, termasuk kos permulaan tinggi, kurang kesedaran, bekalan bahan terhad, kekangan undang-undang, serta kekurangan insentif kewangan. Cabaran ini signifikan, dengan kos permulaan dan kekurangan insentif sebagai halangan terbesar. Untuk mengatasinya, strategi seperti pemberian insentif kewangan, peningkatan kesedaran, pengukuhan dasar, promosi kerjasama, dan pemudahan proses perolehan dicadangkan. Pelaksanaan strategi ini memerlukan kerjasama kerajaan, industri, dan institusi pendidikan untuk memastikan keberkesanan. Kajian ini menekankan pentingnya usaha bersepadu bagi meningkatkan penerimaan teknologi hijau, menyokong pembangunan mampan dalam sektor pembinaan. Diharapkan pelaksanaan strategi-strategi ini secara menyeluruh dengan kerjasama antara pihak kerajaan, industri, dan institusi pendidikan dapat membantu meningkatkan penerimaan teknologi hijau dalam kalangan kontraktor skala kecil. Kajian masa depan mencadangkan supaya pihak berkepentingan mengkaji keberkesanan pelaksanaan strategi-strategi ini dan menambah baik sokongan kepada kontraktor kecil, sekali gus menyokong pembangunan mampan sektor pembinaan.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan serta Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas 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:** Wan Harith Luqman Wan Mazlan, Narimah Kasim; **pengumpulan data:** Wan Harith Luqman Wan Mazlan; **analisis dan interpretasi hasil:** Wan Harith Luqman Wan Mazlan, Narimah Kasim; **penyediaan draf manuskrip:** Wan Harith Luqman Wan Mazlan, Narimah Kasim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Ahmad, A. C., Lop, N. S. & Nik Zulkipli, N. A. D. (2016), The Implementation of Green Building in Malaysian Construction Industry: Determination of Key Success Factors, *Malaysian Journal of Sustainable Environment*, Volume 1, Number 02, 11(2016), 64-79.
- Abd Razak, M. Z. I., Zainal, R. Shareh Musa, S. M., Kasim, N. & Mohd Noh, H. (2022) Cabaran Mengaplikasi Konsep Bangunan Hijau dalam Kalangan Kontraktor di Negeri, *Research in Management of Technology and Business*, Vol. 3No. 2(2022), 537-552.
- Ahn, Y. H., Pearce, A. R., Wang, Y., & Wang, G. (2013). Drivers and barriers of sustainable design and construction: The perception of green building experience. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 4(1), 35-45.
- Ajayi, S. O., Abidemi, A. F., Alake, O. O., & Olawuyi, B. J. (2019). Sustainable construction practices: A review of the definitions and evaluation methodologies. *Sustainable Development*, 27(2), 352-366.
- Alvarado, J. (2024). How to Integrate Google Sheets with Google Forms: A Step-by-Step Guide. Dicapai 15 Mei 2024 <https://coefficient.io/google-sheets-tutorials/how-to-integrate-google-sheets-with-google-forms>
- Ali, N. N., & Murad, M. A. (2019). Factors that affect the green technology awareness in Melaka. *International Journal of Human and Technology Interaction (IJHaTI)*, 3(2), 55-66.
- Azmi, N. F., & Mat Radzuan, I. S. (2021). Challenges in Implementing Green Building Technology in Malaysia. *Journal of Construction in Developing Countries*, 26(1), 23-34.
- Bilgen, E. (2019). Improving indoor air quality by green ventilation technologies in buildings: A review. *International Journal of Ventilation*, 18(2), 99-110.
- Ching, F. D. K. (2014). *Building Construction Illustrated*. 5th ed. John Wiley & Sons.
- Chua, D. K. H., Goh, W. I., & Ting, H. (2019). Construction disputes in Malaysia: Causes, effects and resolution. *MATEC Web of Conferences*, 258, 02009), EDP Sciences.
- Chen, Y., Huang, G., & Wang, S. (2014). Institutional dynamics and green building practices in China: A perspective of regulation. *Habitat International*, 44, pp. 286-294.
- Darko, A., & Chan, A. P. (2016). Critical analysis of green building research trend in construction journals. *Habitat International*, 57, 53-63.
- Ding, Z., Han, X., Yu, H., & Wu, Y. (2017). Overview of sustainable construction and green building research in civil engineering. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 95(4), 042019.
- Fernández-Solís, J. L., Sánchez, A., Picón, J., Casanovas, C., & Pacheco-Torres, R. (2019). Building training needs in green skills for the future: A perspective from the Spanish construction sector. *Journal of Cleaner Production*, 210, 429-438.
- Gedge, D., Kadas, G., & Ke, Y. (2008). Green roofs and walls: A habitat template approach. *CIRIA Report C681*, CIRIA, London.
- Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *Hort Science*, 41(5), 1276-1285.
- Gould, F. E., & Joyce, N. E. (2009). *Construction Project Management*. Pearson.
- Gibbons, A. S., & Chou, P. N. (2015). Development of a green construction education model based on problem-based learning. *Journal of Cleaner Production*, 104, 456-464.
- Ha, C. H., Ismail, R. & Khoo, T. J. (2020) The Barriers of Implementing Green Building in Penang Construction Industry, 12(2020), *Penerbit Akademia Baru: Progress in Energy and Environment*, 1-10.
- Hasan, R., Haron, A. T., Jaafar, M., & Ismail, A. I. A. (2020). Exploring critical success factors for green building implementation in Malaysia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 822(1), 012040, IOP Publishing.
- Hashim, S. Z, Ahzahar, N., Zakaria, I. B., Mohd Noor, N. N. & Abdul Rahman, N. A. (2022), Identification of Barriers and Challenges Faced by Construction Key Players in Implementing the Green Building Incentives in

- Malaysia, *Sustainability Management Strategies and Impact in Developing Countries Community, Environment and Disaster Risk Management*, 26, 209-218.
- Halpin, D. W., & Senior, B. A. (2011). *Construction Management*. John Wiley & Sons.
- Heidarinejad, G., & Zolfaghari, A. (2019). The impact of urban sustainable development factors on the potential for green building technologies in Iran. *Sustainable Cities and Society*, 45, 158-166.
- Hernandez, P., & Kenny, P. (2010). From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). *Energy and Buildings*, 42(6), 815-821.
- Hwang, B. G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272-284.
- Ismail, R., Mohd Shafiei, M. W., & Said, I. (2008). Identifying the house buyers' needs and product concept for the mass development of green homes in Malaysia. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Built Environment in Developing Countries* (pp. 34487-34497). Universiti Sains Malaysia.
- Johnson, M. (2022). Challenges in adopting green technology in construction. *Journal of Sustainable Building*, 15(3), 45-59.
- Karunakaran, S., & Verayiah, R., (2018) Criteria for Green School Model Development in Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology* 5(x), 1-6.
- Kumar, R. (2019). *Research Methodology: A Step-by-Step Guide for Beginners*. Sage Publications.
- Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology: Methods and Techniques*. New Age International.
- Lam, K. H., Chan, W. Y., & Liu, D. (2017). Analysis of zero energy buildings in the subtropics: The case of Hong Kong. *Energy and Buildings*, 148, 176-185.
- Lee, W. P., Li, M., Cheung, S. O., & Lee, G. K. W. (2020). Green technology trends in construction industry: A review. *Automation in Construction*, 110, 103035.
- Lim, S. H., Zulkifli, N. A., & Ismail, M. F. (2020). Contractor grading system in Malaysia: Criteria and practices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 849(1), 012033.
- Li, Y., Zhang, X., & Song, J. (2019). Government financial incentives for green buildings: Comparative case study. *Building Research & Information*, 47(3), 310-324.
- Mahat, N. A. A., Syed Alwee, S. N. A., Adnan, H. & Hassan, A. (2019). Propelling Green Building Technologies Adoption in the Malaysian Construction Industry. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 233(2019), 1-7.
- Mills, A., Trimmer, R., & Ribeiro, A. (2020). Examining the role of skills transferability and job embeddedness in construction project success: A social exchange perspective. *International Journal of Project Management*, 38(6), 311-323.
- Odeyinka, H. A., & Kaka, A. P. (2011). Factors influencing the performance of quantity surveying firms in Nigeria. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), 57-77.
- Pandey, P., & Raghubanshi, A. S. (2018). Rainwater harvesting potential assessment using remote sensing and GIS techniques in an urban catchment. *Sustainable Water Resources Management*, 4(4), 889-899.
- Shi, Q., Zuo, J., Huang, R., Huang, J., & Pullen, S. (2013). Identifying the critical factors for green construction—an empirical study in China. *Habitat International*, 40, 1-8.
- Shari, Z., & Jaafar, M. (2012). Awareness and application of sustainable construction concepts and practices by Malaysian contractors. *Habitat International*, 36(2), 421-430.
- Smith, L., & Brown, R. (2023). Overcoming barriers to green construction. *Green Building Review*, 12(2), 78-93.
- Tobeng, M. G. M., & Mohd Azmi, M. S., (2022) Beri Pendedahan Awal Budaya Teknologi Hijau. *Berita Harian*, Dicapai 10 Mac 2024. <https://www.bharian.com.my/rencana/komentar/2022/01/914322/beripendedahan-awal-budaya-teknologi-hijau>
- Yunus, R. M., Rahman, M. T. A., Bahari, K. A., & Yusof, N. M. (2018). The roles of local and foreign contractors in Malaysia's construction industry. *International Journal of Technology*, 9(3), 573-583.
- Zainul Abidin, N. (2010). Investigating the awareness and application of the sustainable construction concept by Malaysian developers. *Habitat International*, 34(4), 421-426.
- Zuo, J., & Zhao, Z. Y. (2014). Green building research—current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 271-281.
- Zohoori, M., Akbari, M. H., & Iravani, A. (2017). Advantages and Disadvantages of Green Technology: Goals, Challenges and Strengths. *International Journal of Science and Engineering Applications* 6(09), 272-284.
- Zhang, X., Shen, L., & Wu, Y. (2011). Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: A China study. *Journal of Cleaner Production*, 19(2-3), 157.