

Kajian Masalah dan Penyelesaian Kaedah Membuat Keputusan Pelbagai Kriteria (MCDM) Semasa Penilaian Pembangunan Projek Pembinaan Perumahan Mampan oleh Pemaju Swasta

Study of Problems and Solutions of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Methods During the Development Evaluation of Sustainable Housing Construction Projects by Private Developers

Nur Atiyah Zukeriman¹, Rozlin Zainal^{1,2*}, Sharifah Meryam Shareh Musa^{1,2}

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

² Centre of Project, Property & Facilities Management Services (ProFMS)
Faculty of Technology Management and Business, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: rozlin@uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.036>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026
Diterima: 31 Mei 2026
Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Kaedah membuat keputusan pelbagai kriteria (MCDM), Penilaian pembangunan, Perumahan mampan, Projek Pembinaan

Abstrak

Projek perumahan mampan menuntut keseimbangan menyeluruh antara aspek ekonomi, sosial dan alam sekitar bagi memastikan pembangunan yang berdaya tahan serta memenuhi keperluan generasi kini dan akan datang. Dalam konteks ini, kaedah membuat keputusan pelbagai kriteria (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) dikenal pasti sebagai alat analitikal yang sesuai untuk menilai pelbagai kriteria kompleks secara lebih objektif dan sistematik. Walau bagaimanapun, pelaksanaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan sering berdepan cabaran seperti ketergantungan antara kriteria, ketidakpastian maklumat, konflik kepentingan pihak berkepentingan serta ketiadaan garis panduan penilaian yang seragam, sekali gus menjejaskan ketelusan dan konsistensi keputusan pemaju. Kekangan ini berpunca daripada keterbatasan penyelidikan empirikal yang meneliti hubungan antara masalah penggunaan MCDM dan penyelesaian yang berpotensi dijadikan penanda aras amalan industri. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan mengenal pasti masalah utama penggunaan MCDM, menentukan penyelesaian utama yang relevan serta menganalisis hubungan antara kedua-duanya dalam konteks penilaian pembinaan projek perumahan mampan. Kajian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui edaran soal selidik berstruktur kepada 140 syarikat pemaju perumahan swasta

di Selangor dan memperoleh kadar maklum balas sebanyak 49 peratus. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif (frekuensi dan min) serta korelasi Spearman melalui perisian SPSS bagi menguji kekuatan dan signifikan hubungan antara pemboleh ubah. Dapatan menunjukkan bahawa masalah utama ialah kesukaran melibatkan pelbagai pihak berkepentingan yang mempunyai keutamaan berbeza, manakala penyelesaian utama ialah penambahbaikan dalam pemilihan dan penstrukturan kriteria penilaian agar lebih jelas dan selaras dengan matlamat kemampunan. Analisis hubungan turut membuktikan wujud hubungan signifikan antara konflik pihak berkepentingan dengan keperluan pengurusan maklumat yang lebih sistematik dan bersepadu. Secara keseluruhan, kajian ini menyumbang kepada peningkatan kefahaman pemaju terhadap cabaran sebenar penggunaan MCDM serta menyediakan asas empirikal untuk pembangunan kerangka penilaian yang lebih standard, telus dan praktikal bagi menyokong pelaksanaan projek perumahan mampan pada masa hadapan.

Keywords

Construction project, Development appraisal, multi-criteria decision-making method (MCDM), Sustainable housing

Abstract

Sustainable housing projects require a comprehensive balance between economic, social, and environmental dimensions to ensure resilient development that meets both present and future needs. In this context, Multi-Criteria Decision Making (MCDM) has been recognised as an appropriate analytical tool for objectively and systematically evaluating multiple complex criteria. However, implementing MCDM in the assessment of sustainable housing projects often faces several challenges, including interdependence among criteria, information uncertainty, conflicting stakeholder interests, and the absence of standardised evaluation guidelines, which may undermine transparency and consistency in developers' decisions. These constraints stem from the limited empirical research examining the relationship between the problems encountered in applying MCDM and the potential solutions that could serve as industry benchmarks. Accordingly, this study aims to identify the key problems associated with the use of MCDM, determine the primary solutions, and analyse the relationships between these problems and solutions within the context of sustainable housing project evaluation. A quantitative approach was adopted by distributing structured questionnaires to 140 private housing development companies in Selangor, resulting in a 49 per cent response rate. The collected data were analysed using descriptive statistics (frequencies and means) and Spearman's correlation analysis in SPSS to examine the strength and significance of relationships between variables. The findings indicate that the primary challenge in applying MCDM is engaging multiple stakeholders with differing priorities and perspectives, while the main solution identified is to improve criteria selection and structuring to ensure clarity, relevance, and alignment with sustainability objectives. Correlation analysis further reveals a significant relationship between stakeholder misalignment and the need for more systematic and integrated information management. Overall, this study enhances developers' understanding of the practical challenges in implementing MCDM and provides an empirical foundation for developing a more standardised, transparent, and practical evaluation framework to support sustainable housing development in the future.

1 Pendahuluan

Projek perumahan mampan merujuk kepada pembangunan perumahan yang mengambil kira aspek alam sekitar, ekonomi dan sosial secara menyeluruh demi menjamin keseimbangan antara keperluan semasa dan kelangsungan generasi akan datang (Bakar & Jusoh, 2017; Ibrahim, 2020; Moore & Doyon, 2023). Maka,

pembangunan pembinaan projek perumahan mampan bertujuan untuk menilai tahap pematuhan projek terhadap prinsip-prinsip pembangunan mampan. Ia merangkumi penggunaan bahan binaan mesra alam, kecekapan tenaga dan air, reka bentuk yang responsif terhadap iklim, kemudahan akses kepada pengangkutan awan serta penyediaan ruang hijau yang mencukupi (Rashid, 2018). Oleh itu, dalam menilai dan membuat keputusan berkaitan projek perumahan mampan, kaedah yang sistematik dan objektif amat diperlukan bagi memastikan semua kriteria penting diambil kira. Menurut Zamhari dan Perumal (2016) dan Bonnedahl, Heikkurinen, dan Paavola (2022), pembangunan mampan bertujuan untuk memastikan kesejahteraan persekitaran fizikal yang didiami manusia sentiasa dalam keadaan baik dan memenuhi keperluan hidup.

Projek perumahan mampan menekankan keseimbangan ekonomi, sosial dan alam sekitar, dengan pendekatan membuat keputusan pelbagai kriteria (MCDM) digunakan secara objektif dan sistematik untuk menilai pelbagai kriteria kompleks. MCDM merupakan salah satu pendekatan analitikal yang digunakan secara meluas dalam menilai projek yang melibatkan pelbagai aspek. MCDM memberikan kelebihan dalam membandingkan beberapa alternatif berdasarkan kriteria yang pelbagai seperti kos, keberkesanan tenaga, reka bentuk mesra alam dan kesan sosial sekaligus dapat membantu pemegang taruh membuat keputusan yang lebih baik dan berinformasi (Saaty, 1980; Chakraborty *et al.*, 2023). MCDM juga boleh menganalisis dengan mendalam terhadap faktor-faktor yang saling berkaitan dan berinteraksi yang mana ia sukar dilakukan dengan kaedah keputusan tradisional.

Isu kemampanan dalam sektor pembinaan khususnya bagi pembangunan perumahan telah menjadi satu keutamaan dalam perancangan bandar moden kerana ia penting bagi memastikan pertumbuhan sosial, ekonomi dan alam sekitar yang seimbang (Kinnunen *et al.*, 2022; Ayarkwa *et al.*, 2022). Namun, penilaian kemampanan projek perumahan mampan menghadapi cabaran disebabkan kepelbagaian kriteria yang perlu dipertimbangkan secara serentak dan dipengaruhi faktor sosioekonomi yang kompleks (Goh, Seow, & GohGolubchikov 2013; Bakar & Jusoh, 2017; Pérez-Sánchez, Velasco-Fernández & Giampietro 2022; Tarmidi, 2022). Pelaksanaan MCDM turut terhalang oleh ketidakpastian maklumat, kekurangan data empirikal, kesukaran menilai kriteria saling berkait serta terbatasan teknologi dan sumber (Paul *et al.*, 2021; Ebadi *et al.*, 2022). Walaupun MCDM berpotensi meningkatkan objektiviti penilaian, kajian mengenai hubungan diantara masalah dan penyelesaian kaedah ini dalam perumahan mampan masih terhad (Zhu, Meng, & Zhang, 2021; Sánchez-Garrido, Navarro & Navarro, 2022; Mirpanahi *et al.*, 2023). Justeru itu, keperluan untuk mengenalpasti masalah utama dan penyelesaian utama yang sesuai amat penting bagi meningkatkan keberkesanan penggunaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan (Kinnunen *et al.*, 2022; Pérez-Sánchez, Velasco-Fernández & Giampietro 2022; Mushanga, Oloke & Olukanni, 2024).

Terdapat tiga objektif dikenalpasti bagi mencapai matlamat kajian ini iaitu masalah utama dalam penggunaan kaedah membuat keputusan pelbagai kriteria (MCDM) semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan, mengenalpasti penyelesaian utama terhadap masalah penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan mampan dan menganalisis hubungan antara masalah utama dan penyelesaian utama dalam penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan. Kajian ini mempunyai 2 hipotesis kajian antaranya ialah seperti H0: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara masalah utama dan penyelesaian utama dalam penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan. Hipotesis yang kedua H1: Terdapat hubungan yang signifikan antara masalah utama dan penyelesaian utama dalam penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan.

Skop kajian ini memberi tumpuan kepada pengenalan masalah yang dihadapi dalam penggunaan MCDM dan penyelesaian serta hubungan antara kedua-duanya (Awasthi, 2010). Hal ini kerana, pengambilan keputusan dalam pembangunan projek pembinaan seringkali melibatkan semua pihak berkepentingan dengan pandangan, aspek dan keperluan yang berbeza (Cheng & Li, 2015). Lokasi kajian adalah di Selangor yang merupakan kawasan tumpuan pembangunan pesat dengan pelbagai projek termasuk perumahan berimpak tinggi yang mampan dan mempunyai sistem penyampaian dasar yang aktif dalam menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDGs) (Urbanice Malaysia & Kerajaan Negeri Selangor, 2022). Responden yang terlibat ialah pemaju swasta perumahan mampan di Selangor kerana menurut Abdul Aziz, Hassim, dan Md Khalid (2024), pihak ini merupakan pembuat keputusan utama kepada pembangunan perumahan. Tambahan pula, menurut kajian Zainal *et al.*, (2021), pemaju perumahan swasta di Malaysia turut memainkan peranan penting dalam membuat keputusan pada fasa pra perancangan projek.

Kajian ini penting kerana penggunaan MCDM menyediakan pendekatan sistematik dan objektif dalam menilai pembangunan projek perumahan mampan yang melibatkan pelbagai kriteria utama. Kajian ini membantu mengenal pasti masalah penggunaan MCDM serta mencadangkan penyelesaian bersesuaian bagi meningkatkan keberkesanan proses membuat keputusan. Dapatan kajian ini memberi manfaat kepada pihak industri seperti pemaju swasta, perunding dan kontraktor dalam memperkasa penilaian projek secara lebih tersusun. Selain itu, pihak pembuat dasar seperti kerajaan negeri, Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dan Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) boleh memanfaatkan dapatan kajian dalam penambahbaikan dasar dan garis

panduan perumahan mampan. Dari sudut akademik, kajian ini menyumbang kepada pengayaan literatur MCDM serta menjadi rujukan kepada penyelidik untuk kajian lanjutan dalam bidang perumahan dan membuat keputusan.

2 Kajian Literatur

2.1 Penilaian dan Membuat Keputusan dalam Pembinaan Projek Perumahan Mampan

Pembinaan projek perumahan mampan merujuk kepada pendekatan pembangunan yang mengutamakan kecekapan sumber, reka bentuk berdaya tahan serta keseimbangan faktor ekonomi, sosial dan alam sekitar bagi menjamin kesejahteraan penghuni (Golubchikov & Badyina, 2012; Olanrewaju, Tan, & Abdul-Aziz, 2018; Nainggolan *et al.*, 2020; Winston, 2021). Penilaian projek memainkan peranan penting dalam memastikan pembangunan memenuhi keperluan semasa dan kelestarian jangka panjang melalui pengukuran prestasi tenaga, air, bahan binaan dan biodiversiti sepanjang kitaran hayat bangunan (Ibrahim, 2020; Adamec *et al.*, 2021; Pérez-Sánchez *et al.*, 2022; Xiang *et al.*, 2022; Cunha, Dinis-Carvalho, & Sousa, 2023; Barbhuiya & Das, 2023). Proses membuat keputusan terhadap penilaian ini melibatkan pertimbangan pelbagai kriteria seperti kos, impak alam sekitar dan keselesaan penghuni, serta memerlukan kerjasama antara pemaju, jurutera, arkitek dan pihak berkuasa tempatan bagi memastikan keputusan yang objektif (Wallbaum *et al.*, 2012; Sánchez-Garrido *et al.*, 2022; World Green Building Council, 2023; Mahinkanda *et al.*, 2023). Sehubungan itu, kaedah membuat keputusan digunakan untuk menilai dan memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria tertentu melalui pendekatan sistematik dan berasaskan data (Fulop, 2005; Mohd Sofberi & Zainal, 2018; Bahadorestani *et al.*, 2020; Taherdoost & Madanchian, 2023). Kajian Zainal *et al.* (2017) turut menunjukkan bahawa kaedah membuat keputusan digunakan sejak fasa awal pembangunan perumahan sebagai panduan menilai pilihan secara teratur.

2.2 Kaedah Membuat Keputusan Pelbagai Kriteria (MCDM)

MCDM diperkenalkan sebagai pendekatan untuk menilai dan memilih alternatif terbaik apabila sesuatu keputusan melibatkan lebih daripada satu kriteria (Henig & Buchanan, 1996). MCDM merangkumi pelbagai kaedah dan teknik yang diaplikasikan dalam pelbagai bidang termasuk kewangan, kejuruteraan dan pengurusan bagi menyelesaikan masalah kompleks secara sistematik (Rane, Achari, & Choudhary, 2023). Kajian Taherdoost dan Madanchian (2023) turut menghuraikan perkembangan konsep serta variasi MCDM yang mempunyai ciri berbeza mengikut jenis masalah yang diselesaikan, seperti ketepatan, kecekapan dan kesesuaian konteks. Dari sudut aplikasi, MCDM telah digunakan secara meluas dalam penilaian alam sekitar, peruntukan sumber dan penilaian kemampuan bagi menyokong keputusan yang lebih objektif (Sahoo & Goswami, 2023). Selain itu, kajian terkini oleh Uzair dan Kazmi (2023), Štilić dan Puška (2023) serta Parvaneh dan Hammad (2024) menunjukkan bahawa MCDM mampu mengintegrasikan kriteria seperti penggunaan tenaga, bahan, kesan sosial dan kualiti hidup, sekaligus memastikan penilaian projek perumahan mampan dilaksanakan secara menyeluruh dan seimbang.

2.3 Masalah Penggunaan MCDM Semasa Penilaian Pembinaan Projek Perumahan Mampan

MCDM telah dikenalpasti mampu membantu dalam proses membuat keputusan yang lebih sistematik dan objektif. Namun begitu, terdapat beberapa masalah utama yang sering dihadapi semasa pelaksanaannya. Menurut kajian Abu Bakar, Cheen, dan Abu Hassan (2011), Prochorskaite & Maliene (2013), Osoman (2016), Zainul Abidin *et al.* (2019) dan Anjamrooz, El-Sayegh, & Romdhane (2024), setiap projek perumahan mampan mempunyai kriteria berbeza menyebabkan kesukaran membanding antara projek dan pemilihan kriteria yang sesuai.

2.3.1 Tidak Konsisten Memilih Kriteria

Menurut Said, Ab Majid dan Norzin (2015), Klumbyte *et al.* (2021), Sánchez-Garrido, Navarro dan Yepes (2022), AlshamSingh *et al.* (2023) serta Kpadé *et al.* (2024), penggunaan MCDM dalam penilaian perumahan mampan sering menghadapi isu pemilihan kriteria yang tidak konsisten atau tidak relevan, termasuk penunjuk yang dimasukkan tanpa pengesahan terhadap matlamat projek. Masalah ini ditambah rumit oleh pertentangan antara kriteria serta kecenderungan memilih kriteria berdasarkan ketersediaan data, yang menyebabkan keputusan menjadi berat sebelah dan sukar dibandingkan antara projek. Ketidaktepatan ini akhirnya menjejaskan kredibiliti

rangka kerja MCDM dan keberkesanannya dalam menyokong strategi pembinaan perumahan mampan (Guebsi & Zouari, 2022; Ebadi *et al.*, 2022; Neto, Alencar & Valdes-Vasquez, 2023; Heydari & Abbasianjahromi, 2024).

2.3.2 Ketidakpastian Menilai

Penilaian MCDM juga sering terdedah kepada ketidakpastian menilai khususnya apabila ia bergantung kepada pendapat pakar. Pengaruh pengalaman individu dan andaian tidak seragam boleh mencemarkan objektiviti keputusan. Tambahan pula, MCDM memerlukan proses pengiraan yang kompleks dan penggunaan matematik yang canggih. Hal ini, menimbulkan cabaran kepada pengguna yang tidak mempunyai latar belakang teknikal dan meningkatkan keperluan terhadap perisian khas serta latihan tambahan (Bhole, 2018; Rahman *et al.*, 2021; Sahoo & Goswani, 2023; Nguyen *et al.*, 2023).

2.3.3 Data Tidak Lengkap

Menurut Si *et al.* (2016), Ganiyu (2018) dan Lebepe dan Mathaba (2025), kekurangan data yang boleh dipercayai melemahkan kredibiliti MCDM dan menghalang penggunaannya dalam aplikasi dunia sebenar. Oleh itu, andaian atau anggaran digunakan untuk mengisi jurang data yang boleh menjejaskan lagi kesahihan penilaian. Selain itu, sifat dinamik projek pembinaan bermakna data boleh menjadi usang dengan cepat jika tidak dikemas kini dengan kerap.

2.3.4 Cabaran Pemilihan Kaedah

Kajian Klumbyte *et al.* (2021), Abdullah *et al.* (2025) dan Bajwa *et al.* (2025) mendapati pemilihan MCDM yang sesuai merupakan cabaran penting dalam memastikan keberkesanan penilaian projek perumahan mampan. Terdapat pelbagai kaedah seperti AHP, TOPSIS, PROMETHEE dan lain-lain yang masing-masing mempunyai andaian, kekuatan dan kelemahan tersendiri. Cabarannya timbul apabila kaedah digunakan tanpa pemahaman mendalam terhadap struktur, kesesuaian konteks dan keperluan data yang diperlukan. Hal ini, boleh mengakibatkan keputusan yang tidak tepat, berat sebelah atau tidak mencerminkan keadaan sebenar projek.

2.3.5 Salah Penggunaan Metodologi

Penggunaan MCDM dalam projek perumahan mampan memerlukan pemahaman yang jelas tentang prinsip metodologi serta keupayaan mengintegrasikan data yang relevan secara tepat. Salah penggunaan sering berlaku apabila pihak terlibat tidak memahami asas kaedah tersebut, khususnya dalam pemilihan atau pemberat kriteria yang tidak seimbang sehingga menghasilkan keputusan yang tidak menggambarkan keadaan sebenar. Hal ini selari dengan dapatan yang menunjukkan banyak projek perumahan mampan di Malaysia masih berdepan kesukaran memilih kriteria yang relevan untuk konteks tempatan, sekali gus membawa kepada keputusan yang kurang sesuai (Said, Ab Majid, & Norzin, 2015; Jamaludin, Mahayuddin, & Hamid, 2018; Memon, 2023).

2.3.6 Sukar Libatkan Pelbagai Pihak Berkepentingan

Cabaran besar juga timbul daripada kesukaran melibatkan pelbagai pihak berkepentingan secara menyeluruh dalam proses penilaian. Projek perumahan mampan lazimnya melibatkan pelbagai pihak seperti pemaju, pihak berkuasa tempatan, penduduk setempat dan NGO. Namun, perbezaan pandangan, keutamaan dan tahap kefahaman dalam kalangan pihak ini menyebabkan integrasi pendapat mereka ke dalam MCDM menjadi rumit dan tidak menyeluruh (Said & Dindar, 2024; Rachman *et al.*, 2024; Fan, Jin, & Wu, 2025).

2.3.7 Kos Tinggi Proses Penilaian

Penggunaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan memerlukan sumber kos yang besar kerana ia melibatkan proses tempoh yang lama semasa pengumpulan data yang terperinci dan analisis yang kompleks (Velasquez & Hester, 2013; Klumbyte *et al.*, 2021; Rane, Achari, & Choudhary, 2023). Hal ini kerana, projek pembinaan yang mempunyai kekangan masa dan bajet, ini menjadi satu halangan besar untuk melaksanakan penilaian secara menyeluruh. Tambahan pula, MCDM yang rumit memerlukan kepakaran khusus dan latihan yang menambah kos operasi projek (Besiktepe, 2021; Hafez *et al.* 2023; Wang & Ren, 2025). Selain itu, terdapat keperluan untuk membangunkan yang lebih efisien dan mesra pengguna supaya dapat mengurangkan beban masa dan kos tanpa mengorbankan ketepatan penilaian (Wang *et al.*, 2009; Singh *et al.*, 2012).

2.3.8 Keterbatasan Penilaian Kualitatif

Penilaian kualitatif dalam kaedah MCDM sering berdepan cabaran dari segi kebolehppercayaan dan ketepatan kerana ia bergantung pada persepsi subjektif pakar atau responden. Kesukaran menstandardkan interpretasi data kualitatif turut mengurangkan konsistensi keputusan, sejajar dengan dapatan Gamboa dan Munda (2007) serta ulasan sistematik terkini yang menekankan isu subjektiviti, ketidakpastian dan ketidakstabilan pemberat dalam aplikasi MCDM (Singh, Prakash, & Patel, 2025). Akibatnya, penilaian kualitatif yang tidak dikawal boleh menghasilkan keputusan pembangunan perumahan mampan yang kurang tepat dan tidak memenuhi keperluan sebenar pihak berkepentingan.

2.4 Penyelesaian Masalah Penggunaan MCDM Semasa Penilaian Projek Perumahan Mampan

Penyelesaian masalah penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan merujuk kepada strategi atau kaedah yang dirumus dan dilaksanakan untuk mengatasi cabaran serta kekangan yang timbul apabila kaedah MCDM(MCDM) digunakan dalam proses penilaian projek perumahan mampan. Hal ini termasuk usaha untuk meningkatkan keberkesanan, kebolehppercayaan dan kebolehsesuaian kaedah MCDM terhadap keperluan sebenar penilaian yang merangkumi ekonomi, social dan alam sekitar (Sahoo & Goswami, 2023).

2.4.1 Penambahan Pemilihan Kriteria

Menurut kajian Mulliner, Smallbone, dan Maliene (2013), Klumbyte *et al.* (2021) dan Kung, Juan, dan Castro-Lacouture (2025), bentukan kriteria yang konsisten adalah asas penting memastikan kebolehgunaan model penilaian MCDM bagi analisis pelaburan fasiliti perumahan di kawasan bandar. Kajian tersebut menggunakan gabungan kaedah COPRAS dan WASPAS dalam membina kerangka penilaian berasaskan kriteria pelaburan yang telah ditapis, dinilai dan diseragamkan terlebih dahulu bagi penghasilan keputusan yang lebih stabil, dapat diterima pakai secara meluas serta berupaya menangani keperluan pengguna sebenar. Oleh itu, usaha memperkukuh elemen standardisasi dalam pemilihan kriteria amat penting bagi memastikan pendekatan MCDM benar-benar memberi nilai tambah dalam proses membuat keputusan yang kompleks dan multidimensi.

2.4.2 Penggunaan Pendekatan Gabungan MCDM

Penggunaan pendekatan hibrid yang menggabungkan kaedah fuzzy SWARA dan ARAS membolehkan penilaian sistem struktur mampan dilakukan dengan lebih komprehensif melalui pengendalian kepentingan kriteria dan perbandingan alternatif secara menyeluruh. Pendekatan ini meningkatkan ketepatan analisis kerana ia mampu menangani ketidakpastian data menggunakan nombor fuzzy serta menghasilkan pemeringkatan yang lebih jelas berbanding kaedah tunggal. Oleh itu, gabungan kaedah ini memberikan keputusan yang lebih konsisten dan boleh dipercayai dalam konteks pembinaan mampan yang melibatkan pelbagai pihak berkepentingan dan data tidak lengkap (Aghazadeh, Yildirim, & Kuruoglu, 2022; Hafez *et al.*, 2023; El-Awady & Uddin, 2024).

2.4.3 Penglibatan Pihak Berkepentingan

Penglibatan pihak berkepentingan secara menyeluruh dalam proses pembinaan MCDM untuk pengurusan risiko dalam sistem perumahan kerana pendekatan ini dapat meningkatkan kepercayaan serta ketepatan dalam menetapkan keutamaan. Di samping itu, penglibatan aktif semua pihak seperti agensi kerajaan, pemaju hartanah, komuniti tempatan dan pakar teknikal turut membantu dalam menghasilkan senarai kriteria dan alternatif yang lebih menyeluruh. Oleh itu, pengintegrasian suara pihak berkepentingan dalam MCDM bukan sahaja memperkukuh proses membuat keputusan, malah turut menggalakkan penerimaan yang lebih tinggi terhadap pelaksanaan hasil penilaian (Ananda & Herath, 2003; Said, Majid, & Nozin, 2016; Abdul Aziz, Hassim, & Md Khalid, 2024).

2.4.4 Pengurusan Data Maklumat

Li, Sun, dan Fei (2025) membahaskan keupayaan untuk mengurus ketidaktentuan dalam data adalah amat penting untuk memastikan bahawa keputusan yang diambil adalah berasaskan maklumat yang sahih dan terperinci, meskipun terdapat kekurangan atau ketidaktepatan dalam data asal. Pengurusan data yang cekap dan penggunaan teknik yang sesuai untuk menangani ketidaktentuan ini dapat meningkatkan kepercayaan terhadap

hasil analisis dan membantu pihak berkepentingan dalam membuat keputusan yang lebih informasi dan berkesan.

2.4.5 Penggunaan Teknologi Meningkatkan kecekapan MCDM

Svoboda dan Lande (2024), Elwy dan Hagishima (2024), Kineber *et al.* (2024) dan Elmousalami *et al.* (2025) pula menunjukkan bahawa penggunaan sistem berasaskan AI dapat mempermudah proses pemilihan alternatif terbaik dengan mengautomatiskan pengumpulan data, analisis dan pemeringkatan kriteria serta memberikan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Oleh itu, menggunakan teknologi seperti pembelajaran mesin, sistem dapat mengenali corak dalam data dan menyesuaikan MCDM secara dinamik berdasarkan data yang baru diperoleh, seterusnya meningkatkan ketepatan keputusan.

2.4.6 Penyesuaian dengan konteks tempatan

Menurut Economic Planning Unit (2021), Md Jusoh *et al.* (2021) dan Kementerian Ekonomi (2024), penyesuaian kriteria penilaian dengan mengambil kira faktor-faktor seperti budaya setempat, tahap pendapatan isi rumah, corak kehidupan harian dan akses kepada kemudahan asas adalah penting untuk memastikan penilaian tersebut benar-benar relevan dan boleh diterima oleh masyarakat yang terlibat. Penyesuaian ini menjadikan MCDM bukan sahaja lebih praktikal, malah lebih inklusif dan sensitif terhadap realiti sosial dan ekonomi komuniti tempatan, seterusnya meningkatkan kebolehgunaan keputusan yang dihasilkan. Pendekatan ini perlu keselarian dengan keperluan dan nilai tempatan, bukan sekadar berdasarkan pendekatan universal yang bersifat terlalu umum.

2.4.7 Penyelarasan antara Matlamat Jangka Pendek dan Panjang

Pengintegrasian penilaian jangka pendek dan jangka panjang dalam proses membuat keputusan membolehkan kesan segera dan masa depan dinilai serentak, sekali gus mengurangkan risiko mengabaikan objektif jangka panjang. Dimensi temporal ini juga menyokong pengurusan sumber dan perancangan strategik yang lebih responsif terhadap perubahan keadaan serta keperluan komuniti. Oleh itu, penyelarasan antara kedua-dua matlamat dapat diperkukuh bagi memastikan pembangunan perumahan mampan yang lebih holistik dan berdaya tahan (Manzoli, Trovão, & Antunes, 2021).

2.4.8 Integrasi Sistem Sokongan Keputusan Berasaskan Awan (Cloud-Based DSS)

Menurut Benatia, Laouar dan Eom (2015), penggunaan sistem sokongan keputusan berasaskan awan (cloud-based DSS) membolehkan pengurusan data yang lebih efisien dan meningkatkan kolaborasi antara pihak berkepentingan dalam penilaian projek perumahan mampan. Teknologi awan membolehkan pemaju, perancang bandar dan agensi kerajaan mengakses maklumat secara masa nyata dari pelbagai lokasi, sekali gus meningkatkan komunikasi dan koordinasi projek. Kajian terkini turut menunjukkan bahawa cloud-based DSS memperkukuh interoperabiliti data, ketepatan penilaian dan kecekapan keputusan dalam pengurusan projek pembinaan mampan (Heggond, 2025).

2.5 Hubungan Masalah dan Penyelesaian MCDM Semasa Penilaian Pembinaan Projek Perumahan Mampan

Masalah utama penggunaan kaedah MCDM semasa penilaian projek perumahan mampan menunjukkan hubungan signifikan dengan kelemahan struktur pengambilan keputusan, ketidaktentuan dalam pemilihan serta pemberatan kriteria, dan kekurangan ketelusan serta ketepatan data. Kajian lepas telah menekankan bahawa pemilihan kriteria yang tidak konsisten dan relevan boleh membawa kepada keputusan yang tidak tepat, seterusnya menjejaskan objektif sebenar pembinaan perumahan mampan (Mohamed, Sim Yee, & Abd Rahim, 2015) manakala ketiadaan struktur penilaian yang holistik mengehadkan keberkesanan MCDM di Malaysia (Kourtzanidis *et al.*, 2021). Di samping itu, kekangan akses data turut melemahkan kebolehppercayaan hasil analisis (Aghazadeh, Yildirim, & Kuruoglu, 2022), membentuk satu rangkaian kelemahan sistemik yang saling berkait (Mulliner, Malys, & Maliene, 2016; Malefaki *et al.*, 2025), dan ini menandakan keperluan penyelesaian yang menyeluruh dan sebenar.

Sebagai tindak balas, penyelesaian utama telah dicadangkan yang mempunyai hubungan langsung dengan isu-isu yang dikenal pasti ialah keperluan membina struktur pengambilan keputusan yang lebih sistematik serta penerapan teknologi moden seperti sistem maklumat geografi (GIS), kecerdasan buatan (AI), dan pangkalan data bersepadu untuk meningkatkan ketepatan dan ketelusan dalam proses penilaian (Taherdoost & Madanchian,

2023; Bhuiyan & Hammad, 2023; Kizielewicz *et al.*, 2024). Selain aspek teknikal, penyelesaian bersifat organisasi dan sosial juga perlu diberi perhatian, seperti pendekatan berasaskan penyertaan pelbagai pihak berkepentingan dalam menentukan kriteria dan keutamaan penilaian (Mulliner, Smallbone, & Maliene, 2013; Bertoni, 2019; Sánchez-Garrido *et al.*, 2023). Namun, ulasan literatur mendapati bahawa masih tiada kajian yang meneliti secara mendalam hubungan analitik antara masalah dan penyelesaian utama ini dalam konteks MCDM perumahan mampan. Oleh itu, kajian lanjutan adalah wajar untuk membina model MCDM yang lebih holistik, konsisten, dan sesuai dengan realiti tempatan serta matlamat pembangunan mampan jangka panjang.

3 Kaedah Penyelidikan

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kaedah kuantitatif dipilih dengan mengedarkan borang soal selidik kepada pemaju perumahan swasta (mengikut bilangan projek yang sedang dan bilangan projek yang dalam perancangan) yang telah terpilih di negeri Selangor. Data dianalisis menggunakan perisian SPSS.

3.2 Prosedur Data

Kajian ini melibatkan perolehan data primer daripada hasil soal selidik kepada responden melalui pengedaran secara atas talian dan bersemuka melalui aplikasi seperti WhatsApp, Telegram, Twitter, Facebook, Tiktok dan juga emel serta fizikal. Data sekunder digunakan memperoleh maklumat masalah dan penyelesaian penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan.

3.3 Persampelan

3.3.1 Responden

Kajian ini memfokuskan kepada responden pemaju perumahan swasta yang berdaftar di bawah Persatuan Pemaju Hartanah dan Perumahan Malaysia (REHDA) Selangor berdasarkan bilangan projek perumahan mampan yang dikenali sebagai Projek Rumah Selangorku (Jabatan Perumahan Negara, 2018; Lembaga Perumahan dan Hartanah Selangor, 2022) yang sedang dan akan dijalankan oleh kerana syarikat pemaju perumahan berstatus melaksanakan dan diklafikasikan sebagai mempunyai projek aktif sekaligus mencerminkan penglibatan mereka yang berterusan dan signifikan dalam industri ini (Zainul Abidin & Othman, 2013; Ong *et al.*, 2017; Foo, 2024).

3.3.2 Lokasi Kajian

Kajian ini dijalankan di Selangor, sebuah negeri yang pesat membangun dan menjadi tumpuan pelbagai projek berimpak tinggi yang mampan serta merupakan negeri pertama melaksanakan Voluntary Subnational Review (VSR) selaras dengan Agenda 2030 (Urbanice Malaysia & Kerajaan Negeri Selangor, 2022). Selangor juga mengintegrasikan teknologi hijau dalam pembinaan dan mencatatkan peningkatan tertinggi dalam pembangunan perumahan baharu yang menyambung kepada pertumbuhan ekonomi negara (Kementerian Ekonomi, 2024; Rahmat *et al.*, 2024). Tambahan pula, dasar serta insentif kerajaan negeri yang kondusif menjadikan lokasi yang strategik untuk menilai penggunaan MCDM dalam menilai projek perumahan mampan (Hezri & Hasan, 2004).

3.3.3 Populasi dan Sampel

Populasi kajian merujuk kepada syarikat pemaju perumahan swasta yang aktif beroperasi dalam industri pembinaan di Selangor (Etikan, Musa, & Alkassim, 2016; Mahat, Tah, & Vidalakis, 2019; Si & Bougie, 2020). Sampel pula dipilih daripada pemaju yang sedang melaksanakan projek serta bersedia memberikan maklumat yang diperlukan (Hossan, Mansor, & Jaharuddin, 2023; Ahmad, Alias, & Abdul Razak, 2023). Berdasarkan REHDA (2024), terdapat 224 projek Rumah Selangorku meliputi 61 projek dalam perancangan dan 163 dalam perancangan. Mengikut jadual Krejcie & Morgan (1970), bagi populasi 224, saiz sampel sesuai ialah 140, maka sebanyak 140 borang soal selidik telah diedarkan kepada responden bagi tujuan pengumpulan data.

3.4 Kaedah Kajian

3.4.1 Struktur Soal Selidik

Pengkaji menggunakan borang soal selidik berstruktur sebagai alat utama pengumpulan data. Bahagian A menumpukan kepada maklumat demografi responden seperti jantina, umur, kaum, kelayakan akademik dan pengalaman dalam bidang pembinaan. Bahagian B pula adalah menilai masalah utama penggunaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan, manakala Bahagian C menumpukan kepada penyelesaian utama bagi masalah tersebut.

3.4.2 Skala Likert

Pengkaji telah menggunakan Skala Likert 5 mata bagi menilai tahap persetujuan daripada pemaaju. Skala Likert merupakan salah satu instrumen penyelidikan yang lazim digunakan untuk mengukur sikap serta pandangan responden terhadap sesuatu isu. Jesteru itu, skala ini digunakan untuk men lengkapkan semua soalan yang memerlukan responden memberikan penilaian. Skala Likert 5 mata telah dipilih kerana ia mempunyai nilai kebolehpercayaan yang terbaik (Taherdoost, 2019; Tanujaya, Prahmana, & Mumu 2023; Koo & Yang, 2025). Skala Likert 5 mata ini merangkumi lima kategori jawapan iaitu Sangat Tidak setuju (1), Tidak Setuju (2), Tidak Pasti (3), Setuju (4) dan Sangat Setuju (5).

3.5 Kajian Rintis

Kajian rintis dijalankan bagi menilai kesesuaian soalan dan ketepatan instrumen sebelum kajian sebenar dilaksanakan (Crossman, 2019; Renuse, 2024). Literatur mencadangkan penggunaan sampel kecil antara 6 hingga 20 responden untuk tujuan pengujian awal instrumen (Najib, 2003; Memon et al., 2020; Hidayana & Mohamad Fauzi, 2024). Keputusan kajian rintis menunjukkan nilai Cronbach's Alpha = 0.9830, iaitu tahap kebolehpercayaan yang sangat tinggi seperti ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1 *Ujian kebolehpercayaan*

Soalan	Responden	Nilai Alpha Cronbach
100	12	0.9830

3.6 Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan perisian SPSS melalui analisis frekuensi dan peratusan bagi mengenal pasti taburan serta pola kecenderungan responden. Selain itu, analisis hubungan turut dijalankan untuk menilai kaitan antara masalah penggunaan MCDM dan penyelesaian yang dicadangkan. Penyediaan output dalam bentuk jadual dan grafik membantu pengkaji menafsir dapatan dengan lebih jelas dan teratur.

3.6.1 Analisis Frekuensi

Analisis ini mengukur kekerapan data yang melibatkan tiga bahagian utama iaitu Bahagian A (demografi), Bahagian B (masalah utama penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan) dan Bahagian C (penyelesaian utama bagi masalah penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan). Oleh itu, menggunakan perisian SPSS yang bukan sahaja membantu dalam mengira nilai frekuensi tetapi juga mengira nilai min dan peratusan. Akhirnya, dapatan dirumuskan sebagai tahap kekerapan majoriti atau sebaliknya bagi elemen demografi.

3.6.2 Analisis Min

Analisis min digunakan dalam kajian ini untuk mempersembahkan data kuantitatif dalam bentuk yang lebih teratur dan mudah diurus. Oleh itu, skala likert yang sama digunakan dalam Bahagian B dan C, selaras dengan pencapaian Objektif 1 dan Objektif 2. tahap persetujuan yang paling rendah, manakala nilai lima mewakili tahap persetujuan yang paling tinggi (Kasturi & Badusah, 2017). Jadual 2 menunjukkan interpretasi tahap min yang digunakan.

Jadual 2 Interpretasi tahap min (Kasturi & Badusah, 2017)

Skor Min	Tahap Min	Interprestasi
1.00 hingga 2.99	Rendah	Tidak Setuju
3.00 hingga 3.99	Sederhana	Setuju
4.00 hingga 5.00	Tinggi	Sangat Setuju

3.6.3 Analisis Korelasi

Kajian ini menggunakan analisis korelasi Spearman bagi menilai hubungan antara pemboleh ubah tidak bersandar dan pemboleh ubah bersandar kerana keputusan ujian normaliti menunjukkan majoriti pemboleh ubah mempunyai nilai signifikan $p < 0.05$, menandakan data tidak bertabur secara normal dan justeru memerlukan kaedah analisis bukan parametrik yang lebih sesuai (Hauke & Kossowski, 2011; Schober *et al.*, 2018; Pallant, 2020). Kekuatan dan arah hubungan antara pemboleh ubah ditentukan berdasarkan nilai pekali korelasi Spearman (r), di mana nilai r digunakan untuk mentafsir tahap kekuatan hubungan sebagaimana diringkaskan dalam Jadual 3. Sementara itu, penentuan penerimaan atau penolakan hipotesis kajian dibuat berdasarkan nilai signifikan (p -value), iaitu hipotesis alternatif (H_1) diterima apabila nilai $p \leq 0.05$ yang menunjukkan hubungan yang signifikan, manakala hipotesis nol (H_0) diterima apabila nilai $p > 0.05$ yang menandakan hubungan tidak signifikan. Pendekatan ini memastikan bahawa tafsiran hubungan antara pemboleh ubah adalah tepat, konsisten dan sejajar dengan objektif kajian.

Jadual 3 Pekali skala penilaian indeks korelasi (Pallant, 2007)

Skor Min	Tahap Min	Interprestasi
1.00 hingga 2.99	Rendah	Tidak Setuju
3.00 hingga 3.99	Sederhana	Setuju
4.00 hingga 5.00	Tinggi	Sangat Setuju

4 Keputusan dan Perbincangan

Daripada 140 borang soal selidik yang diedarkan, sebanyak 68 borang lengkap telah diterima semula dengan kadar respons 49%. Kadar ini adalah memadai kerana ia melebihi ambang minimum 30% yang diterima bagi analisis statistik (Kaliyadan & Kulkarni, 2019). Oleh itu, data yang diperoleh adalah mencukupi untuk meneruskan proses analisis kajian.

4.1 Bahagian A: Latar Belakang Responden

Jadual 4 menunjukkan rumusan analisis data Bahagian A, di mana majoriti responden terdiri daripada lelaki (58.8%) dan berbangsa Melayu (95.6%). Kebanyakan responden berumur antara 18 hingga 29 tahun (86.8%) dan mempunyai tahap pendidikan di peringkat sarjana muda (47.1%). Dari segi pengalaman, responden yang aktif dalam industri pembinaan antara 1 hingga 5 tahun merupakan kumpulan terbesar (48.5%). Selain itu, jawatan paling kerap dipegang ialah pengurus projek dan penyelia tapak, masing-masing mewakili 26.5% daripada keseluruhan responden.

Jadual 4 Rumusan analisis data Bahagian A

Bil.	Maklumat responden	Frekuensi	Peratus (%)
01	Jantina		
	Lelaki	40	58.8
	Perempuan	28	41.2
02	Bangsa		
	Melayu	65	95.6
	Cina	1	1.5
	India	1	1.5
	Lain-lain	1	1.5
03	Umur		
	18 -29	59	86.8

	30-49	9	13.2
04	Tahap Pendidikan		
	Sijil kemahiran	3	4.4
	Stpm/diploma	29	42.6
	Sarjana muda	32	47.1
	Sarjana/ Ph.D	4	5.9
05	Tempoh Aktif Dalam Industri Pembinaan		
	1 -5	33	48.5
	6-10	27	39.7
	11-20	6	8.8
	21 keatas	2	2.9
06	Jawatan		
	Pengurus Projek	18	26.5
	Perancang Projek	9	13.2
	Juru Ukur Bahan	4	5.9
	Jurutera	17	25.0
	Arkitek	2	2.9
	Penyelia Tapak	18	26.5

4.2 Bahagian B: Kepentingan Penggunaan MCDM Bagi Penilaian Projek Perumahan Mampan

Jadual 5 menunjukkan purata rumusan mengenai pemahaman mengenai kepentingan penggunaan MCDM terhadap projek pembinaan mampan bagi responden. Purata responden yang menyatakan kepentingan penggunaan MCDM adalah pada tahap persetujuan “tinggi” iaitu kedudukan 1 hingga 5. Bagi item Proses Sistematis berada pada tahap persetujuan “tinggi” yang mempunyai nilai paling tinggi dengan purata (min) sebanyak 4.2353. Kemudian diikuti oleh item timbang faktor jangka panjang berada tahap “tinggi” dengan nilai purata (min) sebanyak 4.1176. Seterusnya, item tingkat ketelusan berada tahap “tinggi” yang mempunyai kedudukan paling bawah dengan purata sebanyak 4.0588. Akhir sekali, jumlah purata untuk keseluruhan responden bagi kepentingan penggunaan MCDM terhadap projek pembinaan mampan adalah 4.1176 iaitu pada tahap persetujuan “tinggi”.

Jadual 5: Rumusan analisis data Bahagian B

Bil.	Item	Min	Tahap Persetujuan	Kedudukan
	Kepentingan	4.1176	Tinggi	
1	Keputusan Menyeluruh	4.0735	Tinggi	4
2	Nilai Serentak	4.1029	Tinggi	3
3	Tingkat Ketelusan	4.0588	Tinggi	5
4	Proses Sistematis	4.2353	Tinggi	1
5	Jangka Panjang	4.1176	Tinggi	2

4.3 Bahagian C: Masalah Utama Penggunaan MCDM Semasa Penilaian Pembangunan Projek Pembinaan Perumahan Mampan

Jadual 6 menunjukkan rumusan analisis data bagi Bahagian C. Berdasarkan jadual ini, masalah dengan nilai min tertinggi ialah sukar melibatkan pelbagai pihak berkepentingan, yang mencatat min 4.1471 dan berada pada tahap persetujuan “tinggi”. Masalah kedua tertinggi ialah kos tinggi proses penilaian dengan nilai min 3.9951 pada tahap “sederhana”. Seterusnya, beberapa masalah lain seperti salah penggunaan metodologi, keterbatasan penilaian kualitatif, cabaran pemilihan kaedah, ketidakpastian menilai dan data tidak lengkap memperoleh nilai min antara 3.8676 hingga 3.9632, yang semuanya menunjukkan tahap persetujuan “sederhana”. Item dengan nilai terendah pula ialah tidak konsisten memilih kriteria, yang mencatat min 3.7059 pada tahap “sederhana” dan berada di kedudukan kelapan. Purata keseluruhan bagi masalah utama penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan ialah 3.9227 pada tahap “sederhana”. Selain itu, masalah paling utama penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan ialah sukar melibatkan pelbagai pihak berkepentingan yang direkodkan sebagai purata tertinggi seperti dalam Jadual 6 iaitu ketidakfahaman. Selari dengan pandangan Kabir, Sadiq, dan Tesfamariam, (2013), Hamdan, Andersen, dan de Boer (2021) dan Moshood, Rotimi, dan Shahzad (2024) menekankan bahawa konflik antara nilai pihak kepentingan boleh membawa kepada kompromi yang menjejaskan matlamat keseluruhan kemampanan.

Jadual 6: Analisis data Bahagian C

Masalah	Min	Tahap Persetujuan	Kedudukan
Sukar Libatkan Pelbagai Pihak Berkepentingan	4.1471	Tinggi	1
SLPPB: Ketidaktahuan	4.2353	Tinggi	1
SLPPB: Beza Pandangan	4.1765	Tinggi	2
SLPPB: Kurang Komunikasi	4.1324	Tinggi	3
SLPPB: Terbatasan Masa	4.0441	Tinggi	4
Kos Tinggi Proses Penilaian	3.9951	Sederhana	2
KTPP: Permulaan	4.0294	Tinggi	3
KTPP: Teknologi	4.0588	Tinggi	1
KTPP: Pengurusan Risiko	3.9265	Sederhana	5
KTPP: Sukar Diurus	3.9118	Sederhana	6
KTPP: Kurang Kewangan	3.9853	Sederhana	4
KTPP: Kekangan Bajet	4.0588	Tinggi	1
Salah Penggunaan Metodologi	3.9632	Sederhana	3
SPM: Kurang Faham	3.9559	Sederhana	3
SPM: Cuai Pelaksanaan	4.0147	Tinggi	1
SPM: Sukar Kesusuaian	3.8676	Sederhana	4
SPM: Kurang Pengawasan	4.0147	Tinggi	1
Keterbatasan Penilaian Kualitatif	3.9235	Sederhana	4
KPK: Sukar Ukur	3.6912	Sederhana	5
KPK: Tidak Cukup Pakar	4.0147	Tinggi	1
KPK: Sukar Masukkan Maklumat	3.9118	Sederhana	4
KPK: Kurang Konsisten	4.0000	Tinggi	2
KPK: Kurang Teknik Menilai	4.0000	Tinggi	2
Cabaran Pemilihan Kaedah	3.8941	Sederhana	5
CPK: Sukar Kaedah	3.7059	Sederhana	5
CPK: Keliru Proses	3.7941	Sederhana	4
CPK: Terhad Pengetahuan	3.9853	Sederhana	2
CPK: Salah Pilih	3.8824	Sederhana	3
CPK: Kurang Latihan	4.1029	Tinggi	1
Ketidaktahuan Menilai	3.8853	Sederhana	6
KM: Sukar Digunakan	3.5735	Sederhana	5
KM: Jejas Proses	3.7794	Sederhana	4
KM: Kurang Pengalaman	4.0294	Tinggi	2
KM: Kurang Pengetahuan	4.0882	Tinggi	1
KM: Terlampau Bergantung	3.9559	Sederhana	3
Data Tidak Lengkap	3.8676	Sederhana	7
DTL: Lemah Kecekapan	3.7647	Sederhana	4
DTL: Halang Penilaian	3.7794	Sederhana	5
DTL: Jejas Kesahihan	3.9265	Sederhana	2
DTL: Sukar Digunakan	3.9265	Sederhana	2
DTL: Lemah Keputusan	3.9412	Sederhana	1
DTL: Lemah Kriteria	3.8676	Sederhana	6
Tidak Konsisten Memilih Kriteria	3.7059	Sederhana	8
TKMK: Tidak Tepat	3.6029	Sederhana	3
TKMK: Jejas Keberkesanan	3.6765	Sederhana	2
TKMK: Tiada Panduan	3.8382	Sederhana	1

4.4 Bahagian D: Penyelesaian Utama Masalah Penggunaan MCDM Semasa Penilaian Pembangunan Projek Pembinaan Perumahan Mampan

Jadual 7 menunjukkan rumusan bagi Bahagian D. Penyelesaian dengan nilai min tertinggi ialah penambahbaikan pemilihan kriteria, yang mencatat min 4.5042 dan berada pada tahap persetujuan “tinggi”. Penyelesaian kedua tertinggi ialah pengurusan data maklumat dengan nilai min 4.4559 pada tahap “tinggi”. Seterusnya, beberapa penyelesaian lain seperti penggunaan teknologi meningkatkan kecekapan MCDM, penglibatan pihak berkepentingan, penggunaan pendekatan gabungan MCDM, penyesuaian dengan konteks tempatan dan integrasi sistem sokongan keputusan berasaskan awan (Cloud-Based DSS) memperoleh nilai min antara 4.4485 hingga 4.3272, yang semuanya menunjukkan tahap persetujuan “tinggi”. Penyelesaian dengan nilai terendah pula ialah penyelarasan antara matlamat jangka pendek dan panjang, yang mencatat min 4.4191 pada tahap “tinggi” dan berada di kedudukan kelapan. Purata keseluruhan bagi penyelesaian utama masalah penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan mampan ialah 4.4346 pada tahap “tinggi”. Selain itu, hasil kajian mendapati penyelesaian utama masalah penggunaan MCDM semasa penilaian pembinaan projek perumahan

mampai ialah dengan Penambahan Pemilihan Kriteria yang direkodkan sebagai min tertinggi seperti Jadual 7 iaitu secara berstruktur. Selari dengan kenyataan Mulliner, Smallbone, & Maliene (2013), Klumbyte *et al.* (2021) dan Kung, Juan, & Castro-Lacouture (2025) menekankan bahawa bentuk kriteria yang konsisten adalah asas penting dalam memastikan kebolegunaan model penilaian MCDM bagi menilai pelaburan fasiliti perumahan di kawasan bandar.

Jadual 7: Analisis data Bahagian D

Penyelesaian	Min	Tahap Persetujuan	Kedudukan
Penambahan Pemilihan Kriteria	4.5042	Tinggi	1
PPK : Lebih Kriteria	4.4706	Tinggi	6
PPK : Penglibatan Pakar	4.5147	Tinggi	5
PPK : Secara Konsisten	4.5000	Tinggi	3
PPK : Kriteria Yang Sesuai	4.5294	Tinggi	2
PPK : Secara Berstruktur	4.5441	Tinggi	1
PPK : Peningkatan Kecekapan Analisis	4.5000	Tinggi	3
Pengurusan Data Maklumat	4.4559	Tinggi	2
PDM : Sistematis	4.4853	Tinggi	2
PDM : Pengaksesan Data Lengkap	4.4559	Tinggi	3
PDM : Penyimpanan Data Jelas	4.5441	Tinggi	1
PDM : Gabungan Maklumat Fleksibel	4.4559	Tinggi	3
PDM : Peningkatan ketepatan	4.3824	Tinggi	5
PDM : Peningkatan Tahap Kebolehpercayaan	4.4118	Tinggi	6
Penggunaan Teknologi Meningkatkan kecekapan	4.4485	Tinggi	3
PTMK : Pengurusan Data Efisien	4.4118	Tinggi	6
PTMK : Pemodelan Lebih Tepat	4.5000	Tinggi	1
PTMK : Kerjasama Sepanjang Proses	4.4265	Tinggi	4
PTMK : Kesahan Keputusan	4.4853	Tinggi	2
PTMK : Proses Pemilihan Alternatif Terbaik	4.4265	Tinggi	4
PTMK : Keputusan Yang Lebih Tepat	4.4412	Tinggi	3
Penglibatan Pihak Bekepentingan	4.4467	Tinggi	4
PPB : Proses Lebih Telus	4.3676	Tinggi	6
PPB : Peningkatan Komunikasi	4.4559	Tinggi	4
PPB : Kerjasama Sistematis	4.4853	Tinggi	3
PPB : Ketepatan Menetapkan Keutamaan	4.5000	Tinggi	2
PPB : Komunikasi Efektif	4.4412	Tinggi	5
PPB : Peningkatan Secara Bersepadu	4.4265	Tinggi	6
PPB : Pengurangan Ralat Tafsiran	4.3529	Tinggi	8
PPB : Penambahbaikan Matlamat Projek	4.5441	Tinggi	1
Penggunaan Pendekatan Gabungan MCDM	4.4412	Tinggi	5
PPG : Hasil Lebih Jelas	4.3971	Tinggi	4
PPG : Penggabungan Sistematis	4.4559	Tinggi	3
PPG : Peningkatan Sistem Penilaian	4.3971	Tinggi	4
PPG : Pengukuhan Dasar	4.4118	Tinggi	6
PPG : Peningkatan Proses Ketepatan	4.4853	Tinggi	2
PPG : Peningkatan Kebolehpercayaan	4.5000	Tinggi	1
Penyesuaian dengan Konteks Tempatan	4.4338	Tinggi	6
PKT : Ketepatan Hasil Penilaian	4.4118	Tinggi	4
PKT : Kebekerkesanan Pelaksanaan	4.4412	Tinggi	2
PKT : Penyesuaian Strategi Pembangunan	4.4265	Tinggi	3
PKT : Kebolegunaan Keputusan	4.4559	Tinggi	1
Integrasi Sistem Sokongan Keputusan Berasaskan Awan (Cloud-Based DSS)	4.3272	Tinggi	7
ISSKBA : Pengurusan Data Lebih Efisien	4.3676	Tinggi	2
ISSKBA : Peningkatan Kolaborasi	4.3235	Tinggi	4
ISSKBA : Akses Maklumat	4.2941	Tinggi	7
ISSKBA : Keberkesanan Komunikasi	4.2353	Tinggi	8
ISSKBA : Peningkatan Kebolehcapaian	4.3676	Tinggi	2
ISSKBA : Permudahkan Proses Pengambilan	4.3971	Tinggi	1
ISSKBA : Pengurangan Kebergantungan	4.3235	Tinggi	4
ISSKBA : Pengurangan Kos Operasi	4.3088	Tinggi	6
Penyelarasan antara Matlamat Jangka Pendek dan Panjang	4.4191	Tinggi	8
PMJPP : Penyeimbangan Penilaian	4.2941	Tinggi	6
PMJPP : Pengurangan Risiko	4.4412	Tinggi	4
PMJPP : Perancangan Strategik	4.4559	Tinggi	2
PMJPP : Perkukuhkan Penyelarasan Matlamat	4.4559	Tinggi	2

PMJPP : Penyepaduan Secara Holistik	4.3824	Tinggi	5
PMJPP : Pengurangan Risiko Konflik	4.4853	Tinggi	1

4.5 Menganalisis Hubungan antara Masalah Utama dan Penyelesaian Utama Penggunaan MCDM semasa Proses Penilaian Pembangunan Projek Pembinaan Perumahan Mampan

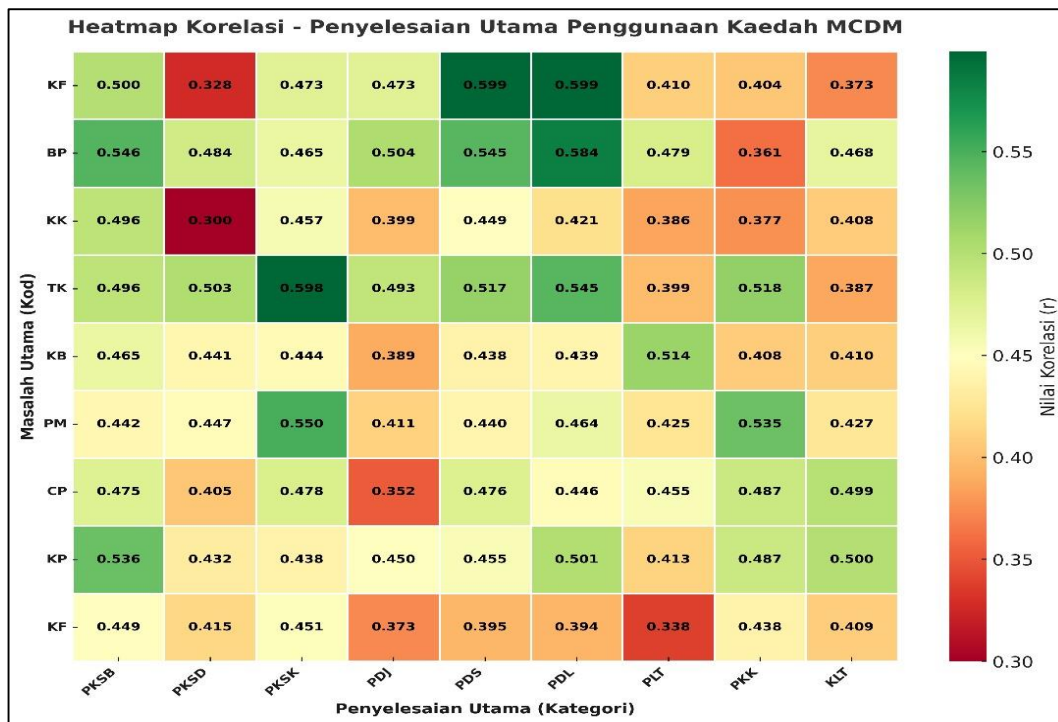
Analisis korelasi Spearman dijalankan bagi menilai hubungan antara masalah utama dan penyelesaian utama penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan. Analisis ini berpandukan skala kekuatan korelasi yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Bagi memastikan fokus terhadap faktor yang paling dominan, tiga pembolehubah dengan nilai min tertinggi bagi setiap konstruk dipilih kerana mencerminkan tahap persetujuan responden yang lebih tinggi serta kepentingannya terhadap pencapaian objektif kajian (Field, 2018; Pallant, 2020).

Dapatan analisis menunjukkan bahawa kebanyakan hubungan antara masalah dan penyelesaian adalah positif dan signifikan (p), menandakan keselarasan antara cabaran yang dihadapi oleh pemaju dan strategi penambahbaikan yang dicadangkan. Tiga hubungan korelasi paling tinggi dikenal pasti, iaitu antara masalah kesukaran melibatkan pelbagai pihak berkepentingan dengan penyelesaian pengurusan data maklumat secara sistematik ($r = 0.599$), serta pengaksesan data yang lengkap ($r = 0.599$), yang menegaskan kepentingan ketelusan dan penstrukturan data dalam mengurangkan ketidaksefahaman serta meningkatkan kerjasama antara pihak terlibat. Selain itu, hubungan antara masalah kos tinggi proses penilaian dengan penyelesaian penambahbaikan pemilihan kriteria secara konsisten ($r = 0.598$) menunjukkan bahawa penyelarasan kriteria berpotensi mengurangkan kos serta mengelakkan proses penilaian yang berulang.

Beberapa hubungan korelasi lain turut berada pada tahap sederhana, termasuk perancangan kriteria secara berstruktur ($r = 0.546$), penggunaan teknologi bagi meningkatkan ketepatan keputusan ($r = 0.535$), serta penyimpanan data yang jelas dan sistematik ($r = 0.504$). Keseluruhannya, hubungan ini menunjukkan bahawa strategi berasaskan teknologi dan sistem data memainkan peranan penting dalam meningkatkan keberkesanan pelaksanaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan.

Corak hubungan ini turut disokong secara visual melalui heatmap korelasi yang dipaparkan dalam Jadual 8, yang menunjukkan kebanyakan nilai korelasi berada dalam julat sederhana hingga kuat (r antara 0.45 hingga 0.60). Hubungan tertinggi yang dikenal pasti melalui heatmap adalah konsisten dengan dapatan analisis statistik, khususnya melibatkan masalah kesukaran melibatkan pihak berkepentingan dengan penyelesaian pengurusan data maklumat secara sistematik dan pengaksesan data lengkap. Dapatan ini mengesahkan bahawa penyelesaian yang dicadangkan mempunyai kesesuaian yang tinggi terhadap cabaran sebenar yang dihadapi oleh pemaju perumahan mampan.

Jadual 8 Heatmap hubungan antara masalah utama dan penyelesaian utama bagi penggunaan MCDM semasa penilaian pembangunan pembinaan projek perumahan mampan



(1)

Petunjuk:

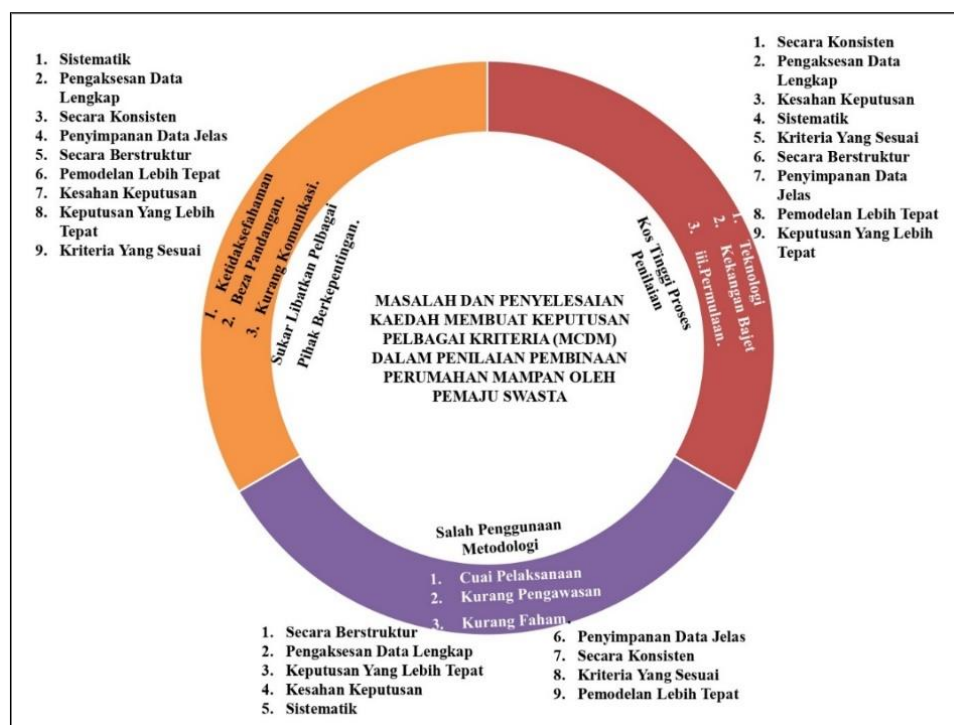
Warna	Nilai r	Tahap Hubungan	Interpretasi
Merah	0.30 – 0.39	Sangat Lemah	Hubungan sangat kecil
Jingga	0.40 – 0.44	Lemah	Hubungan kecil
Kuning	0.45 – 0.49	Sederhana	Hubungan stabil
Hijau Cerah	0.50 – 0.54	Kuat	Positif & konsisten
Hijau Tua	0.55 – 0.60	Sangat Kuat	Hubungan dominan

Secara keseluruhannya, hasil analisis korelasi ini mengesahkan bahawa terdapat hubungan positif (r) dan signifikan (p) antara masalah utama dan penyelesaian utama dalam penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan. Oleh itu, dapatan kajian ini menyokong Hipotesis Alternatif (H_1) dan menolak Hipotesis Nol (H_0), selari dengan kajian oleh Aghazadeh, Yildirim dan Kuruoglu (2022) yang menegaskan bahawa kelemahan sistem pangkalan data dan ketelusan maklumat memberi kesan signifikan terhadap kebolehlaksanaan MCDM dalam menilai projek perumahan mampan.

5 Kesimpulan

Secara keseluruhannya, kajian ini telah berjaya mencapai semua objektif penyelidikan melalui analisis data soal selidik yang diperolehi daripada pemaju perumahan mampan di Selangor. Dapatan kajian menunjukkan bahawa masalah utama dan penyelesaian utama berkaitan penggunaan MCDM dalam penilaian projek perumahan mampan berada pada tahap persetujuan yang tinggi dalam kalangan responden. Lebih penting, analisis hubungan mendapati hanya masalah utama dan penyelesaian utama yang menyokong hipotesis H_1 telah dipilih sebagai asas pembangunan kerangka hubungan kajian. Hal ini membuktikan bahawa masalah yang signifikan dapat ditangani secara berkesan melalui penyelesaian yang sepadan, seterusnya mengukuhkan keberkesanan penggunaan MCDM dalam proses penilaian projek. Sehubungan itu, pihak berkepentingan disarankan mengaplikasikan penyelesaian yang dikenal pasti secara sistematik dan berfokus, manakala pihak kerajaan digalakkan memperkukuh inisiatif sokongan bagi meningkatkan keberkesanan penilaian serta produktiviti projek perumahan mampan. Keseluruhannya, rumusan ini menegaskan bahawa kerangka hubungan yang dibangunkan mencerminkan hubungan masalah–penyelesaian yang saling melengkapi dan praktikal, seperti yang digambarkan dalam Rajah 1, sebagai panduan dan bagi menyokong kejayaan pelaksanaan projek perumahan mampan secara mampan dan berimpak tinggi. Oleh itu, kajian ini menyumbang secara signifikan kepada pencapaian Matlamat Pembangunan

Mampan (SDG), khususnya SDG 11 melalui pengukuhan perancangan bandar dan komuniti yang lebih mampan, SDG 9 menerusi penerapan inovasi dan pembangunan infrastruktur yang lestari, serta SDG 13 dengan menyokong usaha mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim dalam konteks pembangunan perumahan negara.



Rajah 1 Kerangka hubungan antara masalah utama dan penyelesaian utama penggunaan MCDM semasa proses penilaian pembangunan projek pembinaan perumahan mampan

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein 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:** Nur Atiyah Zukeriman, Rozlin Zainal; **pengumpulan data:** Nur Atiyah Zukeriman; **analisis dan interpretasi hasil:** Nur Atiyah Zukeriman, Rozlin Zainal; **penyediaan draf manuskrip:** Nur Atiyah Zukeriman, Rozlin Zainal, Sharifah Meryam Shareh Musa. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Abdul Aziz, H. S. A., Hassim, J. Z., & Md Khalid, R. (2024). Enhancing sustainable housing development in Malaysia: The role of cooperative federalism in federal-state collaboration. *Planning Malaysia*, pp. 22(34). Dicapai pada April 8, 2025, daripada <https://doi.org/10.21837/pm.v22i34.1575>
- Abdullah, A. G., Utami, H. P., Gunawan, B., Ratmono, B. M., & Pasaribu, N. T. (2025). Multi-criteria decision-making for wind power project feasibility: Trends, techniques, and future directions. *Cleaner Engineering and Technology*, 27, pp. 100987. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.100987>
- Abu Bakar, A. H., Cheen, S., & Abu Hassan, R. (2011). Sustainable housing practices in Malaysian housing development: Towards establishing sustainability index. *International Journal of Technology*, 2(1), pp. 84–93. Dicapai pada April 8, 2025, daripada <https://doi.org/10.14716/ijtech.v2i1.1025>

- Adamec, J., Janoušková, S., & Hak, T. (2021). How to measure sustainable housing: A proposal for an indicator-based assessment tool. *Sustainability*, 13(3), pp. 1152. Dicapai pada April 8, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su13031152>
- Aghazadeh, E., Yildirim, H., & Kuruoglu, M. (2022). A hybrid fuzzy MCDM methodology for optimal structural system selection compatible with sustainable materials in mass-housing projects. *Sustainability*, 14(20), pp. 13559. Dicapai pada Mei 15, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su142013559>
- Anjamrooz, T., El-Sayegh, S. M., & Romdhane, L. (2024). Key portfolio selection criteria for sustainable construction. *Buildings*, 14(6), pp. 1777. Dicapai pada Mei 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/buildings14061777>
- Ayarkwa, J., Opoku, D. G. J., Antwi-Afari, P., & Li, R. Y. M. (2022). Sustainable building processes' challenges and strategies: The relative important index approach. *Cleaner Engineering and Technology*, 7, pp. 100455. Dicapai pada Mei 4, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100455>
- Bahadorestani, A., Naderpajouh, N., & Sadiq, R. (2020). Planning for sustainable stakeholder engagement based on the assessment of conflicting interests in projects. *Journal of Cleaner Production*, 242, pp. 118402. Dicapai pada April 12, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118402>
- Bajwa, A. U. R., Siriwardana, C., Shahzad, W., & Naeem, M. A. (2025). Material selection in the construction industry: A systematic literature review on multi-criteria decision making. *Environmental Systems and Decisions*, 45(1), pp. 8. Dicapai pada April 30, 2025, daripada <https://doi.org/10.1007/s10669-025-10001-w>
- Bakar, D. A. A., & Jusoh, H. (2017). Kesejahteraan Komuniti Dalam Skop Perumahan Mampu Milik Mampan (Community Wellbeing in the Sustainable Affordable Housing Scope). *Geografia*, 13(2).
- Benatia, I., Laouar, M. R., & Eom, S. B. (2015). A cloud-based multi-criteria decision support system for selecting urban housing projects. *Housing and Society*, 34(2). Dicapai pada April 12, 2025, daripada <https://doi.org/10.3233/HSM-140826>
- Barbhuiya, S., & Das, B. B. (2023). Life Cycle Assessment of construction materials: Methodologies, applications and future directions for sustainable decision-making. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02326. Dicapai pada Mei 24, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02326>
- Bertoni, M. (2019). Multi-criteria decision making for sustainability and value assessment in early PSS design. *Sustainability*, 11(7), pp. 1952. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su11071952>
- Besiktepe, D. (2021). Multi-criteria decision-making approach for building maintenance in facility management [Doctoral dissertation, Colorado State University]. Mountain Scholar. Dicapai pada April 18, 2025 daripada <https://api.mountainscholar.org/server/api/core/bitstreams/4a07699c-615b-4a5f-87de-faeb6c6a25ad/content>
- Bhole, G. P. (2018). Multi criteria decision making (MCDM) methods and its applications. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(5), pp. 899–915. Dicapai pada April 12, 2025, daripada <https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.5145>
- Bhuiyan, M. M. A., & Hammad, A. (2023). A hybrid multi-criteria decision support system for selecting the most sustainable structural material for a multistory building construction. *Sustainability*, 15(4), pp. 3128. Dicapai pada April 15, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su15043128>
- Bonnedahl, K. J., Heikkurinen, P., & Paavola, J. (2022). Strongly sustainable development goals: Overcoming distances constraining responsible action. *Environmental Science and Policy*, 129, pp. 150–158. Dicapai pada April 15, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.012>
- Chakraborty, S., Raut, R. D., Rofin, T. M., & Chakraborty, S. (2023). A comprehensive and systematic review of multi-criteria decision-making methods and applications in healthcare. *Healthcare Analytics*, 4, pp. 100232. Dicapai pada April 15, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100232>
- Cheng, E. W. L., & Li, H. (2015). Multi-Criteria Decision Making for Sustainable Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6), pp. 04015004.
- Crossman, A. (2019). Understanding pilot studies. ThoughtCo. Dicapai pada 23 Mei, 2025 daripada <https://www.thoughtco.com/pilot-studies-3026449>
- Cunha, F., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2023). Performance measurement systems in continuous improvement environments: Obstacles to their effectiveness. *Sustainability*, 15(1), pp. 867. Dicapai pada April 12, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su15010867>
- Ebadi T., A., Rajaeifar, M. A., Rostom, M., Malmir, B., Yazdani, M., Suh, S., & Heidrich, O. (2022). Integrating life cycle assessment and multi criteria decision making for sustainable waste management: Key issues and recommendations for future studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, pp. 112819. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112819>
- Economic Planning Unit. (2021). Twelfth Malaysia Plan, 2021–2025: A prosperous, inclusive, sustainable Malaysia. Prime Minister's Department, Malaysia. Dicapai pada April 14, 2025 daripada <https://pulse.icdm.com.my/wp-content/uploads/2021/09/Twelfth-Plan-Documents-compressed-1.pdf>

- El-Awady, A., & Uddin, M. S. (2024). Hybrid assessment for strengthening supply chain resilience and sustainability: A comprehensive analysis. *Sustainability*, 16(10), pp. 4010. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su16104010>
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), pp. 1–4. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fan, J., Jin, Z., & Wu, M. (2025). The opinion dynamics model for group decision making with probabilistic uncertain linguistic information. *Complex & Intelligent Systems*, 11, Article 221. Dicapai pada April 25, 2025, daripada <https://doi.org/10.1007/s40747-025-01844-6>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage.
- Foo, C. H. (2024, October 3). Building sustainable affordable housing: Fostering effective public-private collaboration. iProperty.com.my. Dicapai pada April 4, 2025 daripada <https://www.iproperty.com.my/property-insights/building-sustainable-affordable-housing-fostering-effective-public-private-collaboration-96513>
- Gamboa, G., & Munda, G. (2007). The problem of windfarm location: A social multi-criteria evaluation framework. *Energy Policy*, 35(3), pp. 1564–1583. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.04.021>
- Ganiyu, B. O. (2018). Strategy to enhance sustainability in affordable housing construction in Nigeria (Tesis kedoktoran, Universiti Teknologi Malaysia). CORE. <https://core.ac.uk/download/pdf/148366267.pdf>
- Goh, K. C., Seow, T. W., & Goh, H. H. (2013, March). Challenges of implementing sustainability in Malaysian housing industry. In *International conference on sustainable built environment for now and the future (SBE2013) proceedings* (pp. 26-27).
- Golubchikov, O., & Badyina, A. (2012). Sustainable housing for sustainable cities: A policy framework for developing countries. UN-Habitat. Dicapai pada April 4, 2025 daripada <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Sustainable%20Housing%20for%20Sustainable%20Cities.pdf>
- Guebsi, W., & Zouari, A. (2022). Investigation on multi criteria decision-making methods application in sustainable product design. *Spektra: Jurnal Kajian Teknologi dan Masyarakat*, 3(1). Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.12198/spekta.v3i1.5962>
- Hafez, F. S., Sa'di, B., Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y. H., Alrifay, M., Seyedmahmoudian, M., Stojcevski, A., Horan, B., & Mekhilef, S. (2023). Energy efficiency in sustainable buildings: A systematic review with taxonomy, challenges, motivations, methodological aspects, recommendations, and pathways for future research. *Energy Strategy Reviews*, 45, pp. 101013. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013>
- Hamdan, H. A. M., Andersen, P. H., & de Boer, L. (2021). Stakeholder collaboration in sustainable neighborhood projects—A review and research agenda. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102776. Dicapai pada Jun 14 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102776>
- Hauke, J., & Kossowski, T. (2011). Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients. *Comparison Of Values of Pearson's and Spearman's Correlation Coefficients*.
- Heggond, S. (2025). *Artificial intelligence and machine learning for smart construction: Enhancing real-time monitoring and decision making*. Deep Science Publishing. Dicapai pada Disember 11, 2025, daripada <https://doi.org/10.70593/978-93-49307-33-9>
- Henig, M. I., & Buchanan, J. T. (1996). Solving MCDM problems: Process concepts. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(1), pp. 3–11. Dicapai pada April 20, 2025, daripada [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1360\(199603\)5:1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1360(199603)5:1)
- Hidayana, N., & Mohamad Fuzi, A. (2024, September). Teknik persampelan & penentuan saiz sampel bagi penyelidikan sains sosial. Paper presented at the 5th Kuala Lumpur International Conference on Management, Education and Technology 2024 (KLIMET2024), Malaysia. Dicapai pada Mei 23, 2025 daripada <https://www.researchgate.net/publication/384055348>
- Hossan, D., Mansor, Z. D., & Jaharuddin, N. S. (2023). Research population and sampling in quantitative study. *International Journal of Business and Technology*, 13(3). Dicapai pada Mei 10, 2025, daripada <https://doi.org/10.58915/ijbt.v13i3.263>
- Ibrahim, I. A. (2020). Sustainable housing development: Role and significance of satisfaction aspect. *City, Territory and Architecture*, 7, Article 21. Dicapai pada April 15, 2025, daripada <https://doi.org/10.1186/s40410-020-00127-8>
- Jabatan Perumahan Negara. (2018). *Dasar Perumahan Negara (2018–2025)*. Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan. Dicapai pada April 6, 2025 daripada <https://www.pmo.gov.my/wp-content/uploads/2019/07/Dasar-Perumahan-Negara-2018-2025.pdf>

- Kabir, G., Sadiq, R., & Tesfamariam, S. (2013). A review of multi-criteria decision-making methods for infrastructure management. *Structure and Infrastructure Engineering*, 10(9), 1176–1210. Dicapai Julai 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1080/15732479.2013.795978>
- Kaliyadan, F., & Kulkarni, V. (2019). *Types of variables, descriptive statistics, and sample size*. *Indian Dermatology Online Journal*, 10(1), 82–86. Dicapai Julai 20, 2025, daripada https://doi.org/10.4103/idoj.IDOJ_468_18
- Kasturi, N. B., & Badusah, J. B. (2017). Tahap pengetahuan dan kemahiran terhadap penggunaan pautan Gerbang Maya dalam pembelajaran Bahasa Melayu [Knowledge and skills levels on the use of Gerbang Maya links in Malay language learning]. Seminar Serantau Pendidikan Bahasa Melayu & Linguistik 2017. Dicapai pada Mei 23, 2025 daripada <https://seminarserantau2017.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/09/60-nooraini-binti-kasturi.pdf>
- Kementerian Ekonomi. (2024). SDG Roadmap for Malaysia Phase II: 2021–2025. Ministry of Economy, Malaysia. Dicapai pada Mei 23, 2025 daripada https://ekonomi.gov.my/sites/default/files/2024-09/SDGRoadmapforMalaysia_Phase2%282021-2025%29.pdf
- Kineber, A. F., Elshaboury, N., Oke, A. E., Aliu, J., Abunada, Z., & Alhusban, M. (2024). Revolutionizing construction: A cutting-edge decision-making model for artificial intelligence implementation in sustainable building projects. *Heliyon*, 10(17), e37078. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37078>
- Kinnunen, J., Saunila, M., Ukko, J., & Rantanen, H. (2022). Strategic sustainability in the construction industry: Impacts on sustainability performance and brand. *Journal of Cleaner Production*, 368, pp. 133063. Dicapai pada April 6, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133063>
- Klumbytė, E., Bliūdžius, R., Medineckienė, M., & Fokaides, P. A. (2021). An MCDM model for sustainable decision-making in municipal residential buildings facilities management. *Sustainability*, 13(5), pp. 2820. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su13052820>
- Koo, M., & Yang, S.-W. (2025). Likert-type scale. *Encyclopedia*, 5(1), pp. 18. Dicapai pada Mei 10, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010018>
- Kourtzanidis, K., Angelakoglou, K., Apostolopoulos, V., Giourka, P., & Nikolopoulos, N. (2021). Assessing impact, performance and sustainability potential of smart city projects: Towards a case agnostic evaluation framework. *Sustainability*, 13(13), pp. 7395. Dicapai pada April 7, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su13137395>
- Kpadé, C. P., Tamini, L. D., Pepin, S., Khasa, D. P., Abbas, Y., & Lamhamedi, M. S. (2024). Evaluating multi-criteria decision-making methods for sustainable management of forest ecosystems: A systematic review. *Forests*, 15(10), pp. 1728. Dicapai pada April 7, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/f15101728>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *Determining sample size for research activities*. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. Dicapai pada April 26, 2025, daripada <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Lebepe, P., & Mathaba, T. N. D. (2025). Enhancing energy resilience in enterprises: A multi-criteria approach. *Sustainable Energy Research*, 12, Article 7. Dicapai pada April 30, 2025, daripada <https://doi.org/10.1186/s40807-025-00148-0>
- Lembaga Perumahan dan Hartanah Selangor. (2022, March 31). Permohonan pendaftaran Rumah Selangorku. Portal Rasmi LPHS. Dicapai pada Ogos 12, 2025, daripada <https://lphs.gov.my/page/view/7>
- Mahat, N., Tah, J. H. M., & Vidalakis, C. (2019, September). Sustainable construction and residential building developers in Malaysia: Factors affecting the adoption. Paper presented at the Thirty-Fifth Annual Conference, Leeds, UK. Dicapai pada April 6, 2025 daripada <https://www.researchgate.net/publication/360484447>
- Mahinkanda Madhavee Pradeepika, M., Ochoa Paniagua, J. J., Rameezdeen, R., Chileshe, N., & Gu, N. (2023). Design decision-making for construction waste minimisation: A systematic literature review. *Buildings*, 13(11), pp. 2763. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/buildings13112763>
- Malefaki, S., Markatos, D., Filippatos, A., & Pantelakis, S. (2025). A comparative analysis of multi-criteria decision-making methods and normalization techniques in holistic sustainability assessment for engineering applications. *Aerospace*, 12(2), pp. 100. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/aerospace12020100>
- Manzoli, J. A., Trovão, J. P., & Antunes, C. H. (2021). Scenario-based multi-criteria decision analysis for rapid transit systems implementation in an urban context. *eTransportation*, 7, pp. 100101. Dicapai pada April 25, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.etrans.2020.100101>
- Md Jusoh, Z., Abd Rahim, H., Abu Bakar, E., Jamaluddin, A., Rasdi, R. M., & Md Zaini, Z. (2021). The choice of sustainable housing towards sustainable development: A case study in Malaysia. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 14(4), pp. 33-48. Dicapai pada April 9, 2025, daripada <https://doi.org/10.2139/ssrn.3807897>

- Mecca, B. (2023). Assessing the sustainable development: A review of multi-criteria decision analysis for urban and architectural sustainability. *International Transactions in Operational Research*, 30(5–6), pp. 203–218. Dicapai pada April 9, 2025, daripada <https://doi.org/10.1002/mcda.1818>
- Memon, M. A., Ting, H., Cheah, J.-H., & Ramayah, T. (2020). Sample size for survey research: Review and recommendations. *Journal of Applied Structural Equation Modeling*, 4(2). Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada [https://doi.org/10.47263/JASEM.4\(2\)01](https://doi.org/10.47263/JASEM.4(2)01)
- Ministry of Economy Malaysia. (2024). SDG Roadmap for Malaysia: Phase II (2021–2025). Dicapai pada April 20, 2025, daripada https://ekonomi.gov.my/sites/default/files/2024-09/SDGRoadmapforMalaysia_Phase2%282021-2025%29.pdf
- Mirpanahi, S., Almassi, M., Javadi, A., & Bakhoda, H. (2023). Applying multi-criteria decision making method to analyze stability and mechanization patterns in small farms. *Environmental and Sustainability Indicators*, 20, pp. 100295. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100295>
- Mohamed, S., Sim Yee, C., & Abd Rahim, M. H. I. (2015). A review of sustainable development for housing scheme in Malaysia. *Global Journal of Engineering Science and Research Management*, 1(1), pp. 1–9.
- Mohd Sofberi, N. A., & Zainal, R. (2018). Decision making process model at planning phase for housing development in Malaysia. *AIP Conference Proceedings*, 2016, pp. 020099. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1063/1.5055501>
- Moshood, T. D., Rotimi, J. O., & Shahzad, W. (2024). Enhancing sustainability considerations in construction industry projects. *Environment, Development and Sustainability*. Dicapai Julai 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04946-2>
- Moore, T., & Doyon, A. (2023). Housing for a sustainable future. In A. Doyon & T. Moore (Eds.), *A transition to sustainable housing* (pp. 1–29). Springer. Dicapai pada April 6, 2025, daripada https://doi.org/10.1007/978-981-99-2760-9_1
- Mulliner, E., Malys, N., & Maliene, V. (2016). Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability. *Omega*, 59(Part B), pp. 146–156. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.013>
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision-making method. *Omega*, 41(2), pp. 270–279. Dicapai pada April 8, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.05.002>
- Mushanga, S., Oloke, O. C., & Olukanni, D. O. (2024, May). A review of sustainable housing preferences and affordability. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1342, No. 1, pp. 012030). IOP Publishing. Dicapai pada April 7, 2025, daripada <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1342/1/012030>
- Nainggolan, S. M., Dewi, O. C., & Panjaitan, H. (2020, January). 10 criteria of sustainable housing: A literature review. 3rd International Conference on Dwelling Form (IDWELL 2020). Dicapai pada April 16, 2025, daripada <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201009.005>
- Najib, M. (2003). Kajian tentang kesahan luaran. Universiti Teknologi Malaysia. Dicapai pada April 25, 2025, daripada <https://core.ac.uk/reader/11786180>
- Nguyen, P.-H., Tran, T.-H., Nguyen, L.-A. T., Pham, H.-A., & Pham, M.-A. T. (2023). Streamlining apartment provider evaluation: A spherical fuzzy multi-criteria decision-making model. *Heliyon*, 9(12), e22353. Dicapai pada April 9, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22353>
- Olanrewaju, A., Tan, S. Y., & Abdul-Aziz, A. (2018). Housing providers' insights on the benefits of sustainable affordable housing. *Sustainable Development*, 26(2), 1–12. Dicapai pada mei 24, 2025, daripada <https://doi.org/10.1002/sd.1854>
- Ong, R., Dalton, T., Gurran, N., Phelps, C., Rowley, S., & Wood, G. (2017). Housing supply responsiveness in Australia: Distribution, drivers and institutional settings (AHURI Final Report No. 281). Australian Housing and Urban Research Institute Limited. Dicapai pada April 4, 2025, daripada <https://www.ahuri.edu.au/research/final-reports/281>
- Osoman, M. A. (2016). Penentuan tahap kemampunan kampung di Mukim Penjum, Daerah Lipis, Pahang [Laporan projek, Universiti Teknologi Malaysia]. Fakulti Geoinformasi dan Harta Tanah.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Parvaneh, F., & Hammad, A. (2024). Application of multi-criteria decision-making (MCDM) to select the most sustainable power-generating technology. *Sustainability*, 16(8), pp. 3287. Dicapai pada April 25, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su16083287>
- Paul, A., Shukla, N., Paul, S. K., & Trianni, A. (2021). Sustainable supply chain management and multi-criteria decision-making methods: A systematic review. *Sustainability*, 13(13), pp. 7104.
- Pérez-Sánchez, L. À., Velasco-Fernández, R., & Giampietro, M. (2022). Factors and actions for the sustainability of the residential sector: The nexus of energy, materials, space, and time use. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, pp. 112388. Dicapai pada April 9, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112388>

- Rachman, A. P., Ichwania, C., Mangkuto, R. A., Pradipta, J., Koerniawan, M. D., & Sarwono, J. (2024). Comparison of multi-criteria decision-making methods for selection of optimum passive design strategy. *Energy and Buildings*, 314, pp. 114285. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114285>
- Rahmat, A. M., Nasir, Z. A., Ahmad Tajuddin, H. N., & Zia, A. (2024). Navigating affordable housing in Selangor: Unveiling concepts and challenges. *International Journal of Business and Technology Management*, 6(S1), pp. 324–338. Dicapai pada April 7, 2025, daripada <https://doi.org/10.55057/ijbtm.2024.6.S1.29>
- Rane, N., Achari, A., & Choudhary, S. P. (2023). Multi-criteria decision-making (MCDM) as a powerful tool for sustainable development: Effective applications of AHP, FAHP, TOPSIS, ELECTRE, and VIKOR in sustainability. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(4), pp. 2654–2670. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.56726/IRJMETS36215>
- Rashid, A. A. (2018). Matlamat Pembangunan Mampan dan Agenda Perbandaran Baharu di Peringkat Pihak Berkuasa Tempatan: Dari Dasar Global Kepada Pelaksanaan Tempatan. Dicapai pada Jun 25, 2025, daripada https://www.academia.edu/36182100/matlamat_pembangunan_mampan_dan_agenda_perbandaran_baharu_di_peringkat_pihak_berkuasa_tempatan_dari_dasar_global_kepada_pelaksanaan_tempatan.
- REHDA Institute. (2024, December). RI In Touch: December 2024 Issue. Dicapai pada Mei 23, 2025 daripada <https://rehdainstitute.com/wp-content/uploads/2025/01/RI-In-Touch-December-2024-Issue.pdf>
- Renuse, Y. S. (2024). Understanding the significance of pilot testing in research and development. *International Journal of Multidisciplinary Research and Reviews*, 3(4), pp. 8–13. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.56815/IJMRR.V3I4.2024/8-13>
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), pp. 1073-1076.
- Sahoo, S. K., & Goswami, S. S. (2023). A comprehensive review of multiple criteria decision-making (MCDM) methods: Advancements, applications, and future directions. *Decision Making Advances*, 1(1), pp. 25–48. Dicapai pada April 16, 2025, daripada <https://doi.org/10.31181/dma1120237>
- Said, R., Ab Majid, R., & Norzin, A. S. (2015, September). The measurement of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision-making (MCDM) framework: Case study of Malaysia. Paper presented at the 15^a Conferência Internacional da LARES, São Paulo, Brazil. Dicapai pada April 7, 2025, daripada <https://doi.org/10.15396/lares-2015-1075-1388-1-rv>
- Said, R., Majid, R. A., & Nozin, A. S. (2016, April). Assessment of sustainable housing affordability in Malaysia based on people's perception using COPRAS method. Paper presented at the International Real Estate Research Symposium (IRERS), Kuala Lumpur, Malaysia.
- Said, Z. M., & Dindar, S. (2024). Key challenges and strategies in the evaluation of sustainable urban regeneration projects: Insights from a systematic literature review. *Sustainability*, 16(22), pp. 9903. Dicapai pada April 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/su16229903>
- Salah, M., Elmasry, M., Mashhour, I. M., & Amer, N. (2023). A framework for assessing sustainability of construction projects. *Cleaner Engineering and Technology*, 13, pp. 100626. Dicapai pada April 13, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100626>
- Sánchez-Garrido, A. J., Navarro, I. J., & Yepes, V. (2022). Multi-criteria decision-making applied to the sustainability of building structures based on modern methods of construction. *Journal of Cleaner Production*, 330, pp. 129724. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129724>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), pp. 1763–1768. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2020). *Research methods for business: A skill-building approach* (8th ed.). Wiley. Dicapai pada Mei 23, 2025 daripada <https://library.ucyp.edu.my/wp-content/uploads/2024/01/Research-methods-for-business-A-skill-building-approach.pdf>
- Si, J., Marjanovic-Halburd, L., Nasiri, F., & Bell, S. (2016). Assessment of building-integrated green technologies: A review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. *Sustainable cities and society*, 27, pp. 106-115.
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15(1), pp. 281–299. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>
- Singh, R., Prakash, A., & Patel, D. (2025). Advances and challenges in multi-criteria decision-making for sustainable project evaluation: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 450, 141232. Dicapai pada Disember 11, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141232>

- Syed Jamaludin, S. Z. H., Mahayuddin, S. A., & Hamid, S. H. A. (2018). Challenges of integrating affordable and sustainable housing in Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 140, 012001. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.1088/1755-1315/140/1/012001>
- Taherdoost, H. (2019). What is the best response scale for survey and questionnaire design; Review of different lengths of rating scale / attitude scale / Likert scale. *International Journal of Academic Research in Management*, 8(1), pp 1–12. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://hal.science/hal-03741841/document>
- Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-criteria decision making (MCDM) methods and concepts. *Encyclopedia*, 3(1), pp. 77–87. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>
- Tanujaya, B., Prahmana, R. C. I., & Mumu, J. (2023). Likert scale in social sciences research: Problems and difficulties. *FWU Journal of Social Sciences*, 16(4), pp. 89–101. Dicapai pada Mei 23, 2025, daripada <https://doi.org/10.51709/19951272/Winter2022/7>
- Urbanice Malaysia & Kerajaan Negeri Selangor. (2022). Selangor Voluntary Subnational Review 2022: Advancing the Sustainable Development Goals in the State of Selangor. Urbanice Malaysia.
- Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2), pp. 56–66. Dicapai pada April 23, 2025, daripada https://www.researchgate.net/publication/275960103_An_analysis_of_multi-criteria_decision_making_methods
- Wallbaum, H., Ostermeyer, Y., Salzer, C., & Zea Escamilla, E. (2012). Indicator-based sustainability assessment tool for affordable housing construction technologies. *Ecological Indicators*, 18, pp. 353–364. Dicapai pada Mei 3, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.005>
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., & Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), pp. 2263–2278. Dicapai pada Mei 3, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>
- Wang, Z., & Ren, F. (2025). Developing a decision support system for sustainable urban planning using machine learning-based scenario modeling. *Scientific Reports*, 15, Article 13210. Dicapai pada Mei 17, 2025, daripada <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13210-0>
- Winston, N. (2021). Sustainable community development: Integrating social and environmental sustainability for sustainable housing and communities. *Sustainable Development*, 30(1), pp. 1–10. Dicapai pada Mei 6, 2025, daripada <https://doi.org/10.1002/sd.2238>
- World Green Building Council. (2023). Sustainable and affordable housing. Dicapai pada Mei 6, 2025, daripada <https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2023/05/WGBC-SAffordable-Housing-Report-FINAL.pdf>
- Xiang, Y., Chen, Y., Xu, J., & Chen, Z. (2022). Research on sustainability evaluation of green building engineering based on artificial intelligence and energy consumption. *Energy Reports*, 8, pp. 11378–11391. Dicapai pada April 20, 2025, daripada <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.08.266>
- Zainal, R., Hashim, F., Shareh Musa, S. M., Seow, T. W., Shamsudin, Z., & Sulaiman, N. (2019). Initiation economic information for decision making process in housing development. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(6). Dicapai pada April 16, 2025, daripada <https://doi.org/10.59160/ijscm.v8i6.4088>
- Zainal, R., Kasim, N., Sarpin, N., Seow, T. W., Shamsudin, Z., & Mat Radzuan, I. S. (2017). Decision making methods at initiation phase for housing development. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(2), pp. 177–182. Dicapai pada April 16, 2025, daripada <https://doi.org/10.59160/ijscm.v6i2.1786>
- Zainal, R., Sofberi, N. A. M., & Noh, H. M. (2021). Tools for making a decision at the planning phase of housing development project. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 12(5), pp. 249–254.
- Zainul Abidin, N., & Othman, A. A. E. (2013). Enablers and challenges of a sustainable housing industry in Malaysia. *Construction Innovation*, 13(1), pp. 10–25. Dicapai pada April 16, 2025, daripada <https://doi.org/10.1108/14714171311296039>
- Zamhari, S. K., & Perumal, C. (2016). Cabaran dan strategi ke arah pembentukan komuniti lestari. *Malaysia J Soc Space*, 12(12), pp. 10–24.
- Zhu, X., Meng, X., & Zhang, M. (2021). Application of multiple criteria decision-making methods in construction: A systematic literature review. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(6), pp. 372–403. Dicapai pada Mei 6, 2025, daripada <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15260>