

## Penggunaan Robotik bagi Projek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

### *Use of Robotics for Infrastructure Construction Projects in Malaysia*

Nik Aizul Hakimi Eddie Ezral<sup>1</sup>, Roshartini Omar<sup>1,2\*</sup>, Norliana sarpin<sup>1,2</sup> &  
Sulzakimin Mohamed<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi & Perniagaan Universiti Tun Hussien Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

<sup>2</sup> Center of Sustainable Infrastructure and Environment Management (CSIEM),  
Fakulti Pengurusan Teknologi & Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor, 86400, MALAYSIA

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

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2025.06.02.053>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 30 September 2025  
Diterima: 1 November 2025  
Diterbitkan: 1 Desember 2025

#### Kata Kunci

Teknologi robotik, projek infrastruktur, pekerja tapak, Malaysia

#### Abstrak

Robotik telah menjadi salah satu teknologi yang digunakan dalam industri pembinaan pada masa kini terutamanya bagi projek infrastruktur. Namun, di sebalik penggunaan teknologi tersebut ia turut memberi kekangan dalam industri pembinaan. Penggunaan teknologi ini semestinya akan memakan sejumlah kos yang besar untuk pemilikannya. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengkaji potensi penggunaan teknologi robotik, kekangan yang dihadapi terhadap penggunaan teknologi robotik, dan strategi bagi meningkatkan penggunaan robotik dalam projek pembinaan infrastruktur di Malaysia. Responden sasaran bagi kajian ini adalah pekerja tapak pembinaan iaitu kontraktor, jurutera, penyelia tapak dan buruh yang mempunyai kemahiran terhadap penggunaan teknologi tersebut. Penyelidikan ini menggunakan kaedah kuantitatif untuk mengumpul data bagi penyelidikan dan ianya mengedarkan borang soal selidik melalui *Google Form* kepada responden untuk mendapatkan data. Hasil daripada pengumpulan dan analisis data deskriptif iaitu menggunakan perisian *Statistical Package For the Social Science* (SPSS) versi 26, tahun 2019. Jumlah populasi dan sampel bagi responden diambil berdasarkan jadual Krejcie and Morgan (1970). Sebanyak 3 syarikat kontraktor dipilih dimana setiap 1 syarikat merangkumi lebih 1 kategori responden. Populasi yang diambil bersamaan seramai 170 bersamaan 118 responden sebagai saiz sampel bersamaan kadar tindak balas 100%. Lokasi tumpuan adalah di Kuala Lumpur di mana terdapatnya beberapa syarikat yang menggunakan teknologi robotik. Soalan yang diberikan kepada responden selaras dengan objektif yang ingin dicapai iaitu mengkaji potensi penggunaan teknologi robotik, kekangan yang dihadapi, dan strategi bagi

meningkatkan penggunaan teknologi robotik bagi projek infrastruktur di Malaysia. Berdasarkan hasil yang diperolehi, telah membuktikan bahawa potensi penggunaan robotik berkaitan peningkatan keselamatan sangat disetujui oleh sebilangan besar responden iaitu sebanyak 92%, manakala rintangan budaya pekerja tapak adalah kekangan utama yang dihadapi terhadap pemilikan teknologi robotik bagi industri pembinaan yang disetujui sebanyak 87.3%. Akhir sekali, data yang diperolehi menunjukkan strategi yang paling berkesan adalah berkaitan kerajaan terhadap teknologi robotik yang membawa kepada 90.2% responden yang setuju. Oleh itu, kajian ini penting bagi membuka minda masyarakat terhadap penggunaan teknologi robotik ini yang mampu memberikan sumbangan yang besar kepada industri pembinaan di Malaysia.

### Keywords

*Robotics technology, infrastructure projects, construction site workers, Malaysia*

### Abstract

*Robotics has become one of the technologies increasingly utilized in the construction industry today, particularly for infrastructure projects. However, alongside its adoption, the use of this technology also presents challenges for the construction industry. The acquisition of such technology inevitably incurs significant costs. Therefore, the objective of this study is to examine the potential of robotics technology in infrastructure projects, the constraints faced in its use, and strategies to enhance its adoption in Malaysia's construction industry. The target respondents for this study are construction site workers, including contractors, engineers, site supervisors, and skilled laborers familiar with the use of this technology. The research employs a quantitative method to gather data and distributes questionnaires through Google Forms to the respondents. Data collected were analyzed descriptively using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software version 26, released in 2019. The population and sample size of respondents were determined based on the Krejcie and Morgan Table (1970). A population of 170 was used, with a sample size of 118 respondents, equivalent to a 100% response rate. The study focuses on Kuala Lumpur, where several companies already use robotics technology. The questions posed to respondents align with the study's objectives, namely to assess the potential of robotics technology, the challenges faced, and strategies to enhance its use in infrastructure projects in Malaysia. The findings demonstrate that the potential use of robotics related to improving safety was strongly supported by the majority of respondents (92%). Meanwhile, the primary constraint faced was worker resistance to the technology, with 87.3% of respondents agreeing. Lastly, the data indicates that the most effective strategy involves government initiatives regarding robotics technology, with 90.2% of respondents in agreement. This study is therefore important in raising public awareness of robotics technology, which can make a significant contribution to Malaysia's construction industry.*

## 1. Pendahuluan

Industri pembinaan merupakan sektor penting dalam ekonomi yang merangkumi pembinaan, renovasi, dan pemeliharaan bangunan serta infrastruktur. Armit (1986) menegaskan bahawa sektor ini adalah tulang belakang pembangunan negara. Selain pembinaan struktur baharu seperti rumah, bangunan komersial, dan jalan raya, industri ini turut melibatkan kerja pemuliharaan dan pembangunan lestari yang menyokong komuniti dan ekonomi. Perkembangan teknologi telah membawa revolusi dalam sektor pembinaan. Teknologi moden, seperti robotik, mampu menggantikan tenaga manusia dalam menyempurnakan tugas dengan lebih cepat dan efisien. Menurut Berita Harian (2021), risiko keselamatan di tapak pembinaan dapat dikurangkan melalui penggunaan teknologi automatik. CIDB Malaysia (2023) pula melaporkan bahawa peningkatan penggunaan teknologi robotik bukan sahaja menjimatkan kos, tetapi juga membuka peluang pekerjaan dan menyokong ekonomi. Projek infrastruktur

memainkan peranan penting dalam meningkatkan kualiti hidup, menyokong ekonomi, dan memudahkan mobiliti. Ia merangkumi pelbagai projek seperti pembinaan jalan raya, jambatan, lapangan terbang, dan loji kuasa. Projek-projek ini melibatkan pelaburan besar dan kerjasama antara kerajaan, sektor swasta, serta orang awam. Oleh itu, analisis teliti terhadap keperluan, kesan alam sekitar, dan faktor ekonomi adalah kritikal dalam memastikan keberkesanan pelaksanaannya.

Kajian dijalankan ke atas penggunaan penggunaan robotik bagi projek pembinaan infrastruktur di Malaysia. Penyelidikan ini mampu membuktikan sama ada penggunaan teknologi moden tersebut adalah sangat berguna atau sebaliknya bagi menyempurnakan projek dalam industri pembinaan. Difahami, penggunaan teknologi robotik telah membuktikan ia membawa revolusi dalam industri pembinaan. Tujuan penciptaan teknologi robotik adalah untuk menyempurnakan tugas tertentu berdasarkan fungsinya. Brooks (2020), seorang ilmuwan komputer dan robotik terkenal yang mendefinisikan bahawa robotik sebagai ilmu dan teknologi dari reka bentuk, pembuatan, dan penggunaan robot dimana takrifan ini menekankan aspek antara disiplin robotik, merangkumi bidang seperti mekanik, elektronik, komputer, dan kecerdasan buatan. Brooks juga terkenal dengan sumbangannya kepada pembangunan robot autonomi yang lebih mudah, yang membawa kepada pendekatan yang dikenali sebagai "robot tingkah laku" atau "robot penjelmaan". Teknologi robotik telah membuktikan ia boleh berfungsi dengan lebih cepat dan cekap. Sistem robotik pertama di dunia dicipta oleh Engelbert (1925). Penyelidikan ini dijalankan bagi menilai penggunaan robotik bagi projek pembinaan infrastruktur di Malaysia.

Pada masa kini, revolusi dalam industri pembinaannya telah melibatkan pelbagai penggunaan teknologi moden seperti robotik dalam menjalankan tugas projek di tapak pembinaan. Walau bagaimanapun, disebalik potensi manfaat yang besar, penggunaan secara meluas terhadap robotik dalam pembinaan projek infrastruktur di Malaysia menghadapi pelbagai cabaran yang mesti ditangani untuk merealisasikan potensi transformatif sepenuhnya. Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam penggunaan robotik dalam industri pembinaan adalah potensi kemasukan teknologi tersebut dalam pembinaan di negara Malaysia. Dipetik dari akhbar Berita Harian (2023), Menteri Kerja Raya Malaysia iaitu Datuk Seri Alexander Nanta Linggi sektor pembinaan Malaysia perlu menerima gangguan teknologi termasuk menerima pakai mekanisma dan proses baharu dalam menyahut permintaan moden. Teknologi ini merupakan perkara asing yang sukar untuk diterima secara menyeluruh orang ramai dalam sektor industri di Malaysia. Teknologi tersebut mempunyai potensi yang lebih besar berbanding tenaga manusia dalam melaksanakan tugas. Ini akan mengubah corak pelaksanaan kerja dimana sesetengah bahagian akan digantikan dengan robot sehingga berkurangnya keperluan tenaga manusia. Secara tidak langsung, masalah pengangguran akan meningkat.

Selain itu, kekangan kos pemilikan teknologi robotik dalam projek infrastruktur. Segelintir firma pembinaan sahaja mampu mengeluarkan lebih kos pemilikan teknologi tersebut. Kos bagi membawa masuk teknologi robotik kedalam Malaysia perlu diambil kira dengan sebaik mungkin kerana harganya jauh lebih mahal berbanding teknologi yang sedia ada di negara Malaysia. Ditambah lagi, ia memerlukan pihak yang bertanggungjawab untuk menyediakan latihan kepakaran kepada pekerja tapak bagi memahami penggunaan teknologi tersebut. Aspek penyelenggaraan turut perlu dipertekankan untuk memastikan terus berfungsi pada jangka waktu yang lama. Walau bagaimanapun, tokoh Gburi (2021) pakar bidang sains dan teknologi telah berpendapat bahawa teknologi tersebut hanya perlu mengeluarkan kos kewangan pada peringkat awal dan ia akan mendatangkan hasil pada tempoh jangka masa panjang kerana teknologi robotik mempunyai potensi dalam penjimatan kos pembinaan atas faktor ia mampu minimumkan kesilapan.

Akhir sekali, merancang strategi yang boleh dilaksanakan bagi meningkatkan penggunaan robotik dalam pembinaan projek infrastruktur. Masalah ini wujud apabila strategi yang terbaik perlu dilaksanakan bagi meraih pandangan orang ramai terhadap penerimaan robotik dalam industri pembinaan. Melalui Berita Harian (2022), telah menyatakan bahawa Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) mengharapkan kerajaan perlu untuk menyediakan peruntukan bagi menyediakan program penyediaan teknologi pembinaan untuk belanjawan 2022 serta selaras dengan tempoh Rancangan Malaysia Ke-12 (RMK-12). Menurut CIDB Malaysia (2024) juga menyatakan bahawa pasaran robotik dalam pembinaan akan dijangka berkembang dengan ketara dari 2024 hingga 2030 dengan membuktikan pertumbuhannya meningkat kepada 14.80% setahun.

Oleh itu, masalah ini perlu diatasi bagi memastikan teknologi robotik dalam menembusi industri pembinaan. Teknologi tersebut sangat berpotensi besar dalam mengubah mengubah industri kearah lebih maju. Perkara ini akan memberi peluang kepada lebih banyak syarikat kontraktor untuk memiliki teknologi tersebut sebuah kemudahan dalam penghasilan projek. Pada peringkat awal pemilikannya boleh dilakukan secara berperingkat. Antara objektif kajian ini adalah mengkaji potensi penggunaan robotik dalam projek pembinaan infrastruktur di Malaysia, mengenalpasti kekangan yang dihadapi oleh pihak industri pembinaan dalam penggunaan robotik bagi projek infrastruktur di Malaysia dan mengenalpasti strategi dalam meningkatkan penggunaan robotik bagi projek infrastruktur dalam industri pembinaan di Malaysia.

Kajian ini memberi tumpuan terhadap sektor pembinaan di Malaysia dari beberapa syarikat yang mampu memiliki teknologi moden robotik bagi projek pembinaan infrastruktur. Lokasi tumpuan untuk penyelidikan ini adalah di Kuala Lumpur. Apa yang perlu adalah melakukan analisis terhadap data yang diperolehi. Data yang diambil adalah melalui kaedah kuantitatif yang memerlukan penyediaan borang soal selidik dalam talian iaitu

melalui platform Google Form. Borang tersebut akan dibekalkan dengan beberapa soalan yang dibahagikan kepada 3 bahagian untuk diberi kepada responden yang dipilih dalam kategori pekerja tapak pembinaan termasuk kontraktor, jurutera, penyelia tapak dan buruh binaan yang mahir menggunakan teknologi tersebut. Bahagian pertama borang responden memberi tumpuan terhadap soalan berkaitan potensi penggunaan robotik bagi pembinaan projek infrastruktur di Malaysia. Bahagian kedua memerlukan mereka memberikan jawapan berkaitan kekangan yang dihadapi oleh penggunaan robotik dalam pembinaan serta diikuti dengan bahagian ketiga iaitu menyatakan strategi dalam meningkatkan penggunaan teknologi tersebut.

## 2. Kajian Literatur

Bahagian ini memaparkan literatur kajian berkaitan topik penggunaan robotik bagi projek infrastruktur di Malaysia. Rujukan kajian lepas akan diketengahkan sebagai sumber rujukan dalam bahagian ini yang mempunyai hubungkait rapat dengan objektif kajian yang ingin dicapai

### 2.1 Potensi Penggunaan Teknologi Robotik bagi Brojek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

#### 2.1.1 Potensi Robotik dalam Pembinaan

Kajian oleh Hwang *et al.* (2022) menekankan bahawa teknologi robotik semakin mendapat perhatian dalam industri pembinaan kerana kemampuannya untuk menyelesaikan tugas yang kompleks dengan lebih cepat dan efisien. Penggunaan robotik, seperti robot meletakkan batu bata (brick-laying robots) dan robot pengimpalan, telah mengurangkan pergantungan terhadap tenaga kerja manusia sambil meningkatkan kualiti hasil kerja. Di tapak binaan yang mencabar, robotik dapat digunakan untuk tugas yang berisiko tinggi, seperti pembinaan di kawasan berbukit atau dalam cuaca buruk, bagi memastikan keselamatan pekerja. Kajian ini juga menekankan bahawa penggunaan dron untuk pemantauan tapak membantu memastikan kerja berjalan mengikut jadual sambil mengurangkan risiko kesilapan manusia. Walaupun begitu, isu kos dan penyelenggaraan robot masih menjadi cabaran utama.

#### 2.1.2 Teknologi Automasi dan Digitalisma

Dalam kajian oleh Zhang *et al.* (2020), teknologi seperti Building Information Modeling (BIM) dan Construction Information Modeling (CIM) telah ditunjukkan sebagai alat yang sangat berkesan dalam memastikan kelancaran projek pembinaan dari fasa reka bentuk hingga pelaksanaan. BIM, sebagai contoh, membolehkan integrasi data reka bentuk dan pelaksanaan dalam satu platform digital. Ini membolehkan semua pihak berkepentingan seperti arkitek, jurutera, dan kontraktor berkomunikasi secara lebih efektif, mengurangkan konflik reka bentuk dan kesilapan dalam pembinaan. Teknologi automasi lain seperti sistem kawalan robotik untuk alat berat dan pencetak 3D untuk struktur bangunan juga membolehkan pengeluaran yang lebih pantas dan pengurangan kos jangka panjang. Namun, kajian ini juga menyebut keperluan pelaburan awal yang tinggi dan keperluan tenaga kerja yang mahir sebagai cabaran kepada penerapan automasi di peringkat global

#### 2.1.3 Internet of Thing untuk Pembinaan

Dalam kajian oleh Ahmed *et al.* (2020), penggunaan teknologi IoT telah membantu meningkatkan kecekapan operasi tapak binaan. Dengan sensor IoT yang dipasang pada mesin berat dan bahan binaan, pemantauan masa nyata dapat dilakukan untuk mengenal pasti kehausan mesin, tahap inventori bahan, dan keselamatan pekerja di tapak. Sebagai contoh, sensor pada kren boleh memberikan amaran awal jika berlaku kegagalan mekanikal, mengurangkan risiko kemalangan. Selain itu, data yang dikumpulkan melalui IoT dapat dianalisis untuk meramalkan keperluan sumber, menjadikan pengurusan projek lebih proaktif. Kajian ini juga menekankan kepentingan keselamatan data kerana peningkatan pergantungan kepada teknologi digital boleh menyebabkan risiko siber.

### 2.2 Kekangan dalam Penggunaan Teknologi Robotik bagi Pojek Pembinaan

#### 2.2.1 Kekangan Teknologi untuk Pembinaan

Kajian oleh Wang *et al.* (2021) merumuskan beberapa halangan utama yang menyukarkan penerapan teknologi moden dalam pembinaan, terutamanya di negara-negara membangun. Kos permulaan yang tinggi untuk membeli peralatan canggih seperti robotik dan dron menyebabkan syarikat kecil atau sederhana kurang berkemampuan untuk melabur. Tambahan pula, kurangnya tenaga kerja mahir yang dapat mengendalikan peralatan ini menjadi penghalang utama kepada penggunaan meluas. Rintangan budaya dalam organisasi, terutamanya di kalangan pengurusan tradisional, sering menyebabkan inovasi teknologi tidak diterima dengan baik. Kajian ini mencadangkan pelaksanaan latihan teknikal yang meluas kepada pekerja tapak binaan dan insentif daripada

kerajaan, seperti subsidi dan pengecualian cukai untuk teknologi, sebagai langkah untuk meningkatkan penerimaan teknologi ini.

### 2.2.2 Kos Teknologi dalam Pembinaan

Kajian lepas dari Tariq (2021) menekankan bahawa kos pelaburan awal yang tinggi untuk memperoleh peralatan teknologi moden seperti robotik, dron, dan perisian BIM menjadi halangan utama untuk kebanyakan syarikat pembinaan, terutamanya perusahaan kecil dan sederhana (SME). Teknologi ini memerlukan perbelanjaan besar bukan sahaja untuk pembelian tetapi juga untuk penyelenggaraan dan peningkatan. Syarikat kecil sering kekurangan sumber kewangan yang diperlukan untuk melaksanakan pelaburan ini, menyebabkan jurang teknologi yang ketara antara syarikat besar yang mempunyai kapasiti kewangan dan syarikat kecil yang terhad modalnya.

## 2.3 Strategi bagi Meningkatkan Penggunaan Teknologi Robotik bagi Brojek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

### 2.3.1 Intensif Kerajaan bagi Penaiktarafan Industri Malaysia

Kajian daripada Tan *et al* (2017) menegaskan pentingnya peranan kerajaan dalam menyediakan insentif kewangan seperti subsidi, pengecualian cukai, atau geran kepada syarikat pembinaan. Insentif ini bertujuan untuk meringankan beban kos pelaburan awal yang sering menjadi penghalang kepada syarikat kecil dan sederhana (SME) untuk melabur dalam teknologi seperti robotik, dron, dan perisian BIM. Selain itu, kerajaan boleh melaksanakan dasar khas untuk mengurangkan kos teknologi dengan mempermudah import peralatan teknologi dan membangunkan hab teknologi di kawasan strategik. Sebagai contoh, insentif pengecualian cukai untuk pembelian teknologi hijau dapat menggalakkan penerapan teknologi mesra alam di tapak pembinaan. Kerjasama dengan institusi kewangan juga boleh membantu menyediakan skim pembiayaan khas untuk syarikat yang ingin melabur dalam teknologi moden, terutama dalam projek berskala besar.

### 2.3.2 Kerjasama Industri dan Akademia

Kajian dari Zhou *et al* (2020) ini menekankan kepentingan kerjasama antara syarikat pembinaan dan institusi akademik untuk memajukan penyelidikan dan inovasi teknologi. Sebagai contoh, institusi akademik boleh menjalankan penyelidikan untuk menyesuaikan teknologi baharu dengan keadaan tempatan, manakala syarikat pembinaan boleh menyediakan data dan sumber untuk ujian teknologi tersebut. Kerjasama ini juga boleh melibatkan program magang untuk pelajar kejuruteraan bagi memberi mereka pendedahan langsung kepada teknologi moden. Kajian ini mencadangkan penubuhan pusat inovasi yang menggabungkan pihak industri, akademik, dan pembekal teknologi untuk membangunkan penyelesaian teknologi yang praktikal. Pusat ini boleh berfungsi sebagai tempat ujian untuk teknologi baharu dan menyediakan sumber latihan serta dokumentasi standard bagi mempermudah penerapan teknologi di lapangan.

## 3. Metodologi Kajian

Metodologi kajian merujuk kepada pendekatan sistematik yang digunakan oleh penyiasat untuk mereka bentuk, mengumpul, menganalisis dan mentafsir data. Metodologi yang sesuai memastikan kajian dijalankan dengan teratur dan sah, membolehkan keputusan yang diperolehi diterima dan dipercayai. Pemilihan metodologi bergantung kepada jenis kajian, soalan penyiasatan, dan objektif kajian. Metodologi kajian dibahagikan kepada dua kategori utama iaitu kuantitatif dan kualitatif.

### 3.1 Reka Bentuk Kajian

Dalam kajian ini, kaedah kuantitatif digunakan. Kaedah ini dipilih kerana soal selidik boleh digunakan untuk sampel yang besar, tersebar secara geografi, mendapat respons yang cepat, dan kos yang rendah. Oleh itu, memandangkan bilangan responden yang ramai, adalah lebih wajar pendekatan ini diguna pakai bagi mencapai objektif kajian ini. Penyelidikan kuantitatif boleh dirumuskan sebagai kaedah penyelidikan yang menggunakan data nombor atau berangka dalam mengukur hubungan antara pembolehubah di mana data yang dikumpul boleh dianalisis menggunakan prosedur statistik (Creswell, 2014).

## 3.2 Pengumpulan Data

Kaedah Kuantitatif akan digunakan melalui penyediaan borang soal selidik dalam talian iaitu platform Google Form bagi mengumpul jawapan daripada pekerja tapak binaan yang terlibat dengan penggunaan teknologi tersebut. Pekerja tapak pembinaan yang akan dipilih adalah mereka yang mempunyai pengalaman dan kefahaman yang luas berkaitan teknologi robotik tersebut supaya memperoleh pendapat yang kukuh dari responden untuk dianalisis. Jenis sampel adalah berfokus borang tersebut akan dibekalkan dengan beberapa soalan yang dibahagikan kepada 3 bahagian selaras dengan 3 objektif yang akan dicapai. Jumlah responden ditentukan oleh nilai sampel.

### 3.2.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dikumpul untuk tujuan lain tetapi mempunyai sedikit kaitan dengan kajian yang dibuat. (Hilier, 2022) Data sekunder adalah merujuk kepada mana-mana data yang telah dikumpul oleh pengkaji lain selain yang menggunakannya. Data yang diguna untuk membuat tinjauan literatur adalah berasaskan data sekunder. Data sekunder dalam penyelidikan kerja kursus merujuk kepada maklumat yang diperolehi daripada sumber yang sedia ada, seperti buku, artikel jurnal, laporan, atau pangkalan data. Ia berbeza daripada data primer yang diperolehi melalui kajian langsung seperti temu bual, soal selidik, atau eksperimen (Hilier, 2022). Untuk menggunakan data sekunder dalam penyelidikan kerja kursus, perlu memilih sumber yang berkualiti dan relevan dengan topik anda, dan juga memberi kredit kepada sumber-sumber tersebut dengan betul dalam kerja anda.

### 3.2.1 Data Primer

Data primer bermaksud maklumat atau butiran diketahui dan telah di kumpul dan dapat dijadikan sebagai asas dalam membuat kajian. Menurut Kabir *et al.*, (2016), data primer adalah maklumat yang dikumpul secara langsung daripada pengalaman. Maklumat yang dikumpul adalah boleh dipercayai, benar dan tepat kerana data yang didapati tidak diubah oleh manusia dan ketepatan data adalah lebih tinggi berbanding data sekunder. Sehubungan itu, sumber data primer adalah terhad, dan sukar untuk dikumpulkan kerana kekurangan populasi atau kurang kerjasama. Data primer wujud daripada eksperimen, tinjauan, temu bual, pemerhatian, dan soal selidik (Kabir *et al.*, 2016).

## 3.3 Analisis Data

Pengkaji akan menganalisis dua jenis data dalam kajian ini iaitu data primer dan data sekunder. Dalam kajian ini, data primer dikumpul menggunakan soal selidik, manakala data sekunder diperolehi melalui penilaian buku, jurnal, dan sumber lain sebagai pernyataan sokongan untuk data utama yang dikumpul, membolehkan penyelidik memenuhi matlamat penyelidikan mereka. Berikutan itu, Statistical Packages for Social Sciences versi 26 (SPSS) akan digunakan dalam kajian ini untuk menganalisis demografi responden, soalan aneka pilihan dan respons soalan skala, manakala Microsoft Words akan digunakan sebagai program untuk menganalisis data dalam perkataan dan jadual.

Jadual dibawah merupakan indeks purata bagi memaparkan nilai bagi setiap tahap kefahaman responden terhadap soalan yang diberikan kepada mereka. Nilai tersebut dibahagikan kepada 3 katogeri dimana ia merangkumi tahap bermula dari lebih rendah, sederhana dan akhir sekali lebih tinggi Jadual dibawah skala Purata Indeks Purata (Freeman, 2018).

**Jadual 1** Skala Purata Indeks (Freeman, 2018)

Indeks Purata	Tahap
1.00-2.40	Lebih Rendah
2.41-3.80	Sederhana
3.81-5.00	Lebih Tinggi

### 3.3.1 Ujian Rintis

Sampel kecil digunakan sebagai penilaian awal untuk menilai sama ada responden mampu memahami atau tidak setiap soalan yang diberikan melalui soal selidik tersebut. Ini bagi memastikan responden dapat menjawab setiap soalan yang diberikan dengan baik tanpa mengalami masalah. Seramai 15 orang pekerja tapak telah dipilih bagi menyempurnakan penilaian awal ini berkaitan penggunaan robotik bagi pembinaan infrastruktur di Malaysia.

Jumlah tersebut dipilih kerana saiz sampel yang kecil yang berfokus hanya kepada responden pekerja tapak yang mahir dan mempunyai pengetahuan berkaitan penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan. Jadual menunjukkan senarai responden yang diperolehi melalui ujian penilaian awal terhadap borang soal selidik. Responden yang dipaparkan terdiri dari pekerja tapak pembinaan berlainan jawatan.

#### 4 Analisis Data dan Perbincangan

Bahagian ini membincangkan berkaitan analisis data yang diperolehi melalui kajian kuantitatif. Setiap data yang diperolehi dari soal kaji selidik responden iaitu bahagian A, B, C, dan D, akan dipaparkan dalam bentuk jadual. Seperti yang telah dinyatakan didalam bahagian dimana soal kaji selidik diberikan kepada para pekerja tapak pembinaan yang menggunakan teknologi robotik melalui platform *Google Form*. Analisis bahagian A yang berkaitan demografi akan memaparkan data dalam bentuk jadual dan carta pai berkaitan jumlah setiap kategori. Manakala bahagian B, C, dan D iaitu soal berkaitan objektif kajian akan mengambil data yang telah dianalisis dari perisian SPSS 26 (2019) bagi memaparkan jumlah skala purata atau min setiap dari kategori soal yang dijawab oleh responden. Skala nilai yang dihasilkan memainkan peranan penting bagi menunjukkan kefahaman responden terhadap soal. Semakin tinggi nilai min tersebut, semakin ia membuktikan bahawa responden sangat memahami soal tersebut.

##### 4.1 Demografi Responden

Sebanyak 3 syarikat kontraktor dipilih dimana setiap 1 syarikat merangkumi lebih 1 kategori responden. Syarikat yang dipilih semestinya besar dan mempunyai lesen G7 yang mampu melibatkan diri dalam mengambil projek infrastruktur. Populasi yang diambil adalah seramai 170 bersamaan 118 responden sebagai saiz sampel bersamaan kadar tindak balas 100%. Lokasi tumpuan adalah di Kuala Lumpur di mana terdapatnya beberapa syarikat yang menggunakan teknologi robotik.

**Jadual 3 Umur Responden**

Umur	Kekerapan	Peratusan (%)
19-24	15	12
25-30	40	34
31-35	42	35
36-41	20	17
Lain-Lain	2	2
Jumlah	119	100

Merujuk kepada Jadual, majoriti responden adalah dalam lingkungan umur 31 hingga 35 tahun, iaitu seramai 42 orang (35%), diikuti oleh kumpulan umur 25 hingga 30 tahun dengan 40 orang (34%). Kumpulan umur 36 hingga 41 tahun pula mencatatkan 20 orang (17%), manakala kumpulan umur 19 hingga 24 tahun melibatkan 15 orang (12%). Hanya 2 orang responden (2%) dikategorikan dalam kumpulan umur "Lain-lain". Hasil analisis ini menunjukkan bahawa majoriti responden berada dalam lingkungan umur produktif, iaitu antara 25 hingga 35 tahun, yang merupakan golongan yang paling aktif dalam sektor pembinaan.

**Jadual 4 Bangsa Responden**

Bangsa	Kekerapan	Peratusan (%)
Melayu	53	53.45
Cina	27	27.23
India	26	26.33
Lain-Lain	11	11.10
Jumlah	119	100

Berdasarkan Jadual 5 di atas, majoriti responden dalam kajian ini adalah daripada kaum Melayu, iaitu seramai 53 orang yang mewakili 53.45% daripada jumlah keseluruhan responden. Kaum Cina merupakan kumpulan kedua terbesar dengan 27 orang (27.23%), diikuti oleh kaum India dengan 26 orang (26.33%). Manakala, responden daripada kategori Lain-lain yang merangkumi bangsa selain daripada tiga kumpulan utama ini adalah

seramai 11 orang (11.10%).

**Jadual 5 Tahap Pendidikan Responden**

Tahap Pendidikan	Kekerapan	Peratusan (%)
SPM	35	30
STPM	5	4
Diploma	33	28
Ijazah Sarjana Muda	32	27
Master	10	8
Lain-Lain	4	3
Jumlah	119	100

Kelayakan pendidikan peringkat SPM, iaitu seramai 35 orang atau 30% daripada jumlah keseluruhan responden. Ini diikuti oleh responden yang mempunyai kelayakan Diploma, dengan 33 orang (28%) dan Ijazah Sarjana Muda, dengan 32 orang (27%). Responden yang mempunyai kelayakan Master adalah seramai 10 orang (8%), manakala mereka yang berpendidikan STPM hanya melibatkan 5 orang (4%). Sebilangan kecil responden (4 orang atau 3%) termasuk dalam kategori Lain-Lain.

**Jadual 6 Pengalaman Kerja Tapak Responden**

Pengalaman Kerja Tapak	Kekerapan	Peratusan (%)
1-3 Tahun	32	27
4-6 Tahun	44	37
7-9 Tahun	27	23
10-12 Tahun	13	11
Lain-Lain	2	2
Jumlah	119	100

Kebanyakan responden mempunyai pengalaman kerja tapak dalam lingkungan 4-6 tahun, iaitu seramai 44 orang atau 37% daripada jumlah keseluruhan. Ini diikuti oleh mereka yang mempunyai pengalaman kerja tapak selama 1-3 tahun, dengan 32 orang (27%). Responden dengan pengalaman kerja tapak dalam lingkungan 7-9 tahun berjumlah 27 orang (23%), manakala mereka yang berpengalaman selama 10-12 tahun adalah seramai 13 orang (11%). Sebilangan kecil responden (2 orang atau 2%) tergolong dalam kategori Lain-Lain, yang merangkumi tempoh pengalaman yang mungkin melebihi atau kurang daripada julat yang diberikan.

**Jadual 7 Jawatan di Tapak**

Jawatan di Tapak	Kekerapan	Peratusan (%)
Jurutera C&S	18	15
Jurutera M&E	8	7
Pengurus Projek	24	20
Penyelia Tapak	16	14
Buruh Binaan	36	30
Lain-Lain	17	14
Jumlah	119	100

Jawatan Buruh Binaan adalah yang paling ramai dalam kalangan responden, dengan seramai 36 orang atau 30% daripada jumlah keseluruhan. Jawatan Pengurus Projek merupakan kumpulan kedua terbesar dengan 24 orang (20%), diikuti oleh Jurutera C&S dengan 18 orang (15%). Responden yang menjawat jawatan sebagai



Penyelia Tapak berjumlah 16 orang (14%), manakala Jurutera M&E merupakan kumpulan terkecil, dengan hanya 8 orang (7%). Sebanyak 17 orang (14%) berada dalam kategori Lain- Lain, yang merangkumi jawatan lain yang tidak disenaraikan secara spesifik.

## 4.2 Keputusan yang Diperolehi

### 4.2.1 Potensi Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

**Jadual 8** Potensi Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

Soalan	Purata Min	Interpretasi
Peningkatan Produktiviti	3.81	Sangat tinggi
Robotik Meningkatkan Jaminan Keselamatan	3.82	Sangat Tinggi
Penjimatan Masa	3.80	Sederhana
Pengurangan Pembaziran Sumber	3.74	Sederhana

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, penggunaan teknologi robotik dalam projek pembinaan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam beberapa aspek utama. Dengan purata min 3.81 dalam peningkatan produktiviti, robotik terbukti meningkatkan kecekapan dan keteraturan kerja di tapak pembinaan. Dalam aspek keselamatan, purata min 3.82 menunjukkan bahawa teknologi robotik seperti eksoskeleton dan dron berperanan penting dalam mengurangkan kecederaan pekerja dan meningkatkan pemantauan keselamatan. Ini selaras dengan apa yang dikaji oleh Hwang *et.al* (2022) berkaitan teknologi robotik mampu menangani risiko pekerja tapak dalam melaksanakan tugas secara fizikal. Walaupun dalam penjimatan masa (3.80) dan pengurangan pembaziran sumber (3.74), kedua-dua kategori ini berada pada tahap "Sederhana", ia mencerminkan potensi robotik untuk mempercepatkan proses kerja dan mengoptimalkan penggunaan sumber, walaupun masih ada ruang untuk penambahbaikan. Secara keseluruhan, robotik memberikan sumbangan yang besar dalam meningkatkan produktiviti, keselamatan, dan efisiensi dalam projek pembinaan, dengan keperluan untuk pengoptimuman lebih lanjut dalam beberapa aspek.

### 4.2.2 Kekangan Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

**Jadual 9** Kekangan Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

Soalan	Purata Min	Interpretasi
Kekangan Kewangan	3.75	Sederhana
Kekangan Kepakaran Teknologi	3.95	Sangat Tinggi
Rintangan Budaya Pekerja Tapak	3.97	Sangat Tinggi
Kekangan Sokongan Pihak Kerajaan	3.79	Sederhana

Berdasarkan Jadual 9 di atas, purata keseluruhan bagi setiap soalan bahagian C menunjukkan bahawa kekangan kepakaran teknologi dan rintangan budaya pekerja tapak merupakan cabaran utama dengan masing-masing mencatatkan purata min 3.95 dan 3.97, yang diinterpretasikan sebagai Sangat Tinggi. Dengan meletakkan rintangan budaya sebagai nilai purata min tertinggi telah menyokong kajian lepas daripada Wang *et.al* (2021) dimana wujudnya keterbiasaan pengurusan secara tradisional terhadap projek pembinaan berbanding menggunakan pakai kaedah dan teknologi baru. Kekangan kewangan dan sokongan pihak kerajaan pula masing-masing mencatatkan purata min 3.75 dan 3.79, dengan interpretasi Sederhana. Analisis ini menunjukkan bahawa faktor kepakaran teknologi dan budaya pekerja adalah isu utama yang perlu ditangani untuk memastikan penerapan teknologi robotik yang berkesan dalam sektor pembinaan, selain memperbaiki aspek kewangan dan sokongan kerajaan.

### 4.2.3 Strategi Meningkatkan Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

**Jadual 10** Strategi Meningkatkan Penggunaan Robotik bagi Projek Infrastruktur di Malaysia

Soalan	Purata Min	Interpretasi
Peningkatan Kemahiran Asas	3.78	Serdahana
Perkongsian Teknologi, Modal dan Kepakaran	3.78	Serdahana
Pengenalan Secara Terbuka Terhadap Teknologi Robotik	3.81	Sangat Tinggi
Galakkan Kerajaan	4.13	Sangat Tinggi

Berdasarkan Jadual 10 di atas, purata keseluruhan setiap soalan dalam Bahagian D menunjukkan bahawa galakkan kerajaan terhadap teknologi robotik mencatatkan purata min tertinggi iaitu 4.13, dengan interpretasi Sangat Tinggi, menandakan sokongan kerajaan yang kukuh dalam mempercepatkan penerapan teknologi robotik dalam pembinaan. Kajian daripada Tan *et al.* (2017) menegaskan pentingnya peranan kerajaan dalam menyediakan insentif kewangan seperti subsidi, pengecualian cukai, atau geran kepada syarikat pembinaan. Insentif ini bertujuan untuk meringankan beban kos pelaburan awal yang sering menjadi penghalang kepada syarikat kecil dan sederhana (SME) untuk melabur dalam teknologi seperti robotik, dron, dan perisian BIM. Pengenalan secara terbuka terhadap teknologi robotik juga mendapat purata min yang tinggi iaitu 3.81, diikuti dengan peningkatan kemahiran asas dan perkongsian teknologi, modal, serta kepakaran, masing-masing mencatatkan purata min 3.78, dengan interpretasi Sederhana. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahawa galakkan kerajaan dan pengenalan terbuka terhadap teknologi robotik adalah faktor utama yang dapat mempercepat penerapannya dalam industri pembinaan, sementara usaha dalam peningkatan kemahiran asas dan perkongsian teknologi perlu dipertingkatkan lagi.

### 4.3 Perbincangan

Berdasarkan hasil dapatan kajian yang diperolehi, seramai 119 responden telah berjaya menjawab soalan yang diberikan. Responden terdiri daripada pekerja tapak yang mempunyai pelbagai jawatan. Kesemua responden yang dipilih adalah mereka yang mempunyai pengetahuan berkaitan penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan. Dengan menunjukkan nilai indeks purata melebihi 2.40 bagi setiap soalan memberikan gambaran positif bahawa responden sangat memahami soalan daripada borang soal selidik.

#### 4.3.1 Mengkaji Potensi Penggunaan Teknologi Robotik bagi Projek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Bagi soalan B, nilai purata min yang tertinggi adalah berkaitan robotik meningkatkan jaminan keselamatan iaitu sebanyak 3.82 (sangat tinggi). Responden setuju dimana robotik dapat mengelakkan pekerja tapak menggunakan secara langsung bahagian fizikal tubuh badan pekerja ketika didalam tapak pembinaan. Kajian daripada Hwang *et al.* (2022) telah membuktikan bahawa di tapak binaan yang mencabar, robotik dapat digunakan untuk tugas yang berisiko tinggi, seperti pembinaan di kawasan berbukit atau dalam cuaca buruk, bagi memastikan keselamatan pekerja. Manakala nilai minimum bagi soalan pada bahagian ini adalah 3.74 (sederhana) iaitu berkaitan pengurangan pembaziran sumber. Dipersetujui robotik dapat mengelakkan pembaziran sumber melalui kecemerlangan penghasilan kerja tanpa kesilapan.

#### 4.3.2 Mengenalpasti Kekangan bagi Penggunaan Teknologi Robotik bagi Projek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Bahagian C berkaitan kekangan terhadap penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan infrastruktur. Kekangan paling tinggi yang dicatatkan pada nilai skala indeks 3.97 (sangat tinggi) iaitu rintangan budaya pekerja tapak. Ini sangat setuju dimana Malaysia adalah negara yang sedang membangun dan sukar untuk membawa masuk teknologi baru secara meluas bagi kegunaan industri. Ini sangat setuju dimana rintangan budaya dalam organisasi, terutamanya di kalangan pengurusan tradisional, sering menyebabkan inovasi teknologi tidak diterima dengan baik (Wang *et al.*, 2021). Kekangan Kewangan meletakkan nilai sebanyak 3.75 yang menggambarkan interpretasi yang sederhana. Teknologi robotik semestinya memerlukan kos yang tinggi dari segi pemilikan, penyelenggaraan serta membaikinya.

#### 4.3.3 Mengenalpasti Strategi bagi Meningkatkan Penggunaan Teknologi Robotik bagi Projek Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Akhir sekali, soalan D berkaitan strategi meningkatkan penggunaan teknologi robotik bagi projek infrastruktur. Nilai tertinggi adalah 3.81 (sangat tinggi) iaitu memperkenalkan teknologi robotik secara lebih terbuka. Hal ini kerana pendedahan teknologi ini kurang diketahui oleh pekerja dalam katogeri buruh binaan. Kajian daripada Tan *et al.* (2017) menegaskan pentingnya peranan kerajaan dalam menyediakan insentif kewangan seperti subsidi, pengecualian cukai, atau geran kepada syarikat pembinaan. Insentif ini bertujuan untuk meringankan

beban kos pelaburan awal yang sering menjadi penghalang kepada syarikat kecil dan sederhana (SME) untuk melabur dalam teknologi seperti robotik, dron, dan perisian BIM. Manakala nilai terendah adalah pada 3.78 (sederhana) iaitu berkaitan soalan peningkatan kemahiran asas dan perkongsian teknologi, modal, serta kepakaran. Peningkatan kemahiran asas boleh dilaksanakan agensi yang bertanggungjawab dalam industri pembinaan seperti cidb dengan menyediakan kursus bagi simulasi penggunaan teknologi robotik. Manakala melalui perkongsian dapat dilakukan sama ada bersama syarikat dalam dan luar negara bagi mendapatkan manfaat pemilikan teknologi bersama.

## 5 Kesimpulan dan Cadangan

Bahagian ini membincangkan kesimpulan dan cadangan berdasarkan hasil dapatan kajian mengenai penggunaan robotik dalam projek pembinaan infrastruktur di Malaysia. Bahagian ini mengandungi dua bahagian utama yang diberikan perhatian, iaitu kesimpulan dan cadangan. Kedua-duanya akan dirumuskan secara komprehensif bagi memastikan keberkesanan kajian. Apa yang dilakukan pada bahagian ini adalah dapatan kajian akan dibandingkan dan dinilai berdasarkan kajian literatur yang telah dibangunkan pada permulaan kajian. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai kesesuaian dapatan kajian dengan maklumat terkini serta mengenal pasti ruang untuk penambahbaikan pada masa akan datang. Secara ringkasnya ingin diterangkan rumusan keseluruhan berkaitan topik kajian ini. Hasil kajian ini diharapkan mampu menjadi rujukan kepada pelbagai pihak lain termasuklah pelajar, pihak kontraktor ataupun pengkaji pada masa akan datang.

### 5.1 Pencapaian Objektif Kajian

Secara keseluruhannya, Objektif kajian penggunaan teknologi robotik bagi projek infrastruktur di Malaysia dapat dicapai. Kejayaan pencapaian objektif ini dapat dinilai melalui kefahaman responden dalam menjawab soalan yang diberikan kepada mereka melalui borang soal selidik. Setiap maklumat berkaitan potensi, kekangan, dan strategi diperolehi dari pelbagai sumber sah.

#### 5.1.1 Objektif Kajian 1: Potensi Penggunaan Teknologi Robotik bagi Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Objektif pertama kajian ini adalah untuk menilai potensi penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan infrastruktur di Malaysia. Potensi tersebut termasuk peningkatan produktiviti, keselamatan, penjimatan masa, dan pengurangan pembaziran sumber. Analisis data menggunakan perisian SPSS 26 (2019) menunjukkan nilai purata melebihi 2.40 untuk semua aspek. Peningkatan keselamatan di tapak pembinaan mencatatkan nilai tertinggi, iaitu 3.81, menunjukkan keyakinan bahawa robotik dapat mengurangkan risiko kemalangan dengan mengurangkan interaksi pekerja dengan tugas berbahaya. Sementara itu, pengurangan pembaziran sumber berada pada nilai terendah 3.74, namun masih menunjukkan persetujuan terhadap keupayaan robotik untuk meningkatkan ketepatan dan kualiti kerja. Secara keseluruhannya, penggunaan teknologi robotik dapat meningkatkan produktiviti, keselamatan, dan keberkesanan operasi di tapak pembinaan.

#### 5.1.2 Objektif Kajian 2: Kekangan yang Dihadapi bagi Penggunaan Teknologi Robotik bagi Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Objektif kedua adalah untuk mengenal pasti kekangan dalam penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan infrastruktur di Malaysia. Fokus utama adalah isu kewangan, kekurangan kepakaran, rintangan budaya, dan sokongan kerajaan. Hasil kajian menunjukkan bahawa rintangan budaya mencatatkan nilai tertinggi (3.97), mencerminkan cabaran penerimaan teknologi baru dalam kalangan pekerja yang lebih bergantung kepada kaedah tradisional. Kekangan kewangan juga penting dengan nilai 3.75, menunjukkan bahawa pelaburan tinggi dalam teknologi robotik merupakan beban bagi syarikat kecil dan sederhana. Kedua-dua kekangan ini saling berkait, di mana kekurangan pendedahan dan latihan menyebabkan kesukaran dalam penerimaan teknologi. Pendekatan strategik diperlukan untuk mengatasi masalah ini.

#### 5.1.3 Objektif Kajian 3: Strategi bagi Meningkatkan Penggunaan Teknologi Robotik bagi Pembinaan Infrastruktur di Malaysia

Objektif ketiga adalah untuk mengenal pasti strategi meningkatkan penggunaan teknologi robotik dalam pembinaan. Berdasarkan analisis, strategi yang paling berkesan adalah memperkenalkan teknologi robotik secara lebih terbuka (nilai 3.81), bagi meningkatkan kesedaran dan minat dalam kalangan pekerja, terutamanya mereka yang kurang terdedah kepada teknologi ini. Selain itu, peningkatan kemahiran asas dan perkongsian teknologi, modal, dan kepakaran juga dianggap penting (nilai 3.78), di mana kursus latihan dan kerjasama antara syarikat dapat mengurangkan kos permulaan dan meningkatkan penggunaan teknologi. Secara keseluruhannya, strategi-

strategi ini perlu dilaksanakan secara bersepadu untuk mempercepat penerimaan teknologi robotik dalam masa yang lebih lama untuk mengumpul keseluruhan jawapan daripada semua responden. Ini memberikan kesan kepada kelancaran tugas projek pengkaji. Masalah juga timbul daripada perisian SPSS 26 (2019), di mana terdapat masalah nilai yang dimasukkan tidak menghasilkan bacaan analisis. Namun begitu, masalah tersebut dapat diatasi melalui pengurusan bahagian tetapan pada perisian.

## 5.2 Penutup

Kesimpulannya, kajian ini telah menunjukkan bahawa semua objektif penyelidikan telah dapat dicapai melalui analisis kaedah data soal selidik melalui perisian SSPS. Penyelidikan ini telah membuktikan bahawa manfaat yang diperolehi keatas penggunaan teknologi robotik akan memberikan impak yang besar kepada kemajuan industri pembinaan seperti penjimatan masa, kemudahan pelaksanaan tugas, jaminan keselamatan pekerja dan sebagainya, kekangan yang semestinya akan dihadapi namun ia mampu dihadapi dengan pelbagai cara dalam membuka mata pelbagai pihak untuk mencuba teknologi robotik tersebut. Melalui kajian ini, pelbagai strategi turut telah dicadangkan dan disetujui oleh responden yang dipilih iaitu pekerja tapak pembinaan yang mempunyai pengetahuan berkaitan teknologi robotik termasuklah jurutera C&S, jurutera M&E, pengurus projek, penyelia tapak, dan buruh binaan. Diharapkan kajian ini dapat membantu semua pihak berkepentingan termasuk pihak syarikat kontraktor dan kerajaan dalam membuat keputusan bagi memperluaskan penggunaan teknologi robotik ini bagi industri pembinaan.

## Penghargaan

Penulis ingin merakamkan penghargaan kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberi.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahawa tidak ada sebarang konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan kertas ini.

## Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsep dan reka bentuk kajian:** Nik Aizul Eddie Ezral, Roshartini Omar; **pengumpulan data:** Nik Aizul Eddie Ezral; **analisis dan tafsiran hasil:** Nik Aizul Eddie Ezral; **penyediaan draf manuskrip:** Nik Aizul Eddie Ezral, Roshartini Omar. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

## Rujukan

- Abdullah, N. S. S., & Abd Majid, Z. (2022). Kebolehpasaran Modal Insan Lepas Institusi Pengajian Tinggi di Malaysia: Isu dan Strategi. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(8), e001615-e001615.
- Ahmad, O (2023). *AI dan Robotik Mampu Tingkatkan Ekonomi Negara* (beritaharian.com) Ahmad .O (2023) *UTM Hasilkan robot Teknologi Ai untuk Pembinaan*. (beritaharian.com) Autodesk. (2021). "Robotics and Automation Technologies in Construction Use and Function."
- Astro Awani (2023). "Penggunaan Robotik sebagai Tanda Kemajuan dalam Industri Pembinaan."
- Baeksuk Chu, Dong Nam Kim, & Daehie Hong (2008). *Robotics Automation Technologies in Construction: A Review*.
- Becerik, B., Gerber, D., & Ku, K. (2011). "Building Information Modeling in Design, Construction, and Operations."
- Bernama. (2021). "Penggunaan Robotik sebagai Tanda Kemajuan dalam Industri Pembinaan."
- Bernama. (2024). MOSTI pastikan teknologi dan inovasi negara selaras perkembangan ekonomi."
- Bock & Linner (2015), *Robotics in Construction: Enhancing Efficiency and Safety*.
- Bock, T. (2015). *The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming ubiquity of robotics*. *Automation in Construction*, 59, 113-121.
- Britannica. (2023), *Type of Robotics in Construction: Site Project Construction*. <https://www.britannica.com/technology/robotics>
- Britannica, (2024), Robotics, Definition, Application, & Facts. <https://www.britannica.com/technology/robotics>
- Building Design + Construction. (2020). "How construction robots are transforming the industry."
- Caterpillar (2018). "Autonomous Construction Vehicles. *Construction Technologies*."
- Cidb Malaysia (2023). Manfaat dan Cabaran: Robotik Pembinaan di Malaysia. <https://www.cidb.gov.my/manfaat-cabaran-robot-pembinaan-di-malaysia/>

- Cidb Malaysia (2024). AI untuk Pengurusan Peralatan dan Armada: Kecekapan Perintis dan Kebangkitan Jentera. <https://www.cidb.gov.my/ai-untuk-pengurusan-peralatan-dan-armada/>
- Cidb Malaysia (2024). Robotik: Transformasi Teknologi dalam Bidang Pengecatan. <https://www.cidb.gov.my/robotik-transformasi-teknologi-dalam-bidang-pengecatan/>
- Construction Robotics (2020). "Types of Robotics and Automation in Construction." Fastbrick Robotics. (2023).
- Golizadeh, H., & Atefi, R. (2020). *Application of robotics in the construction industry: From material handling to end effectors. Construction Innovation*, 20(1), 125-142.
- IEEE Xplore. (2019). *A review of the applications of robotics in the construction industry*
- International Federation of Robotics. (2021). *Robotics in the Construction Industry*.
- International Journal of Advanced Robotic Systems. (2020). *Advancements in construction robotics: A comprehensive review*.
- Joseph, M. G., Ernesto, & Yepes, V. (2020). "Assessment of artificial intelligence for predicting project success." *Journal of Construction Engineering and Management*,
- Journal of Construction Engineering and Management*. (2018). *The impact of robotics on the construction industry*.
- Martin W Doyle & David G Havlick (2009). "Infrastructure and the Environment."
- McKinsey & Company. (2018). The new age of engineering and construction technology. ResearchGate. (2020). *The Role of Robotics in Construction*
- Muhammad Rasyid & Yusuff S. (2019). "Mencapai keseimbangan yang tepat antara keselamatan siber dan akses pengguna.
- Owais Ali (2023). "Robotic in Construction; Demolition." [Azrorobotics.com/article](https://www.azrorobotics.com/article). Science Robotics. (2019). "Automation and robotics in construction: Developing a roadmap for the future."
- Robotics Business Review. (2021, April 5). "Construction Robotics: How Automation is Transforming the Industry."
- The Constructor. (2021). *Robotics in Construction: How Robots are Changing the Industry*.
- Wang (2020). "Smart Construction: How Robotics and AI are Revolutionizing the Industry"
- Woo, J. H. (2006). BIM (building information modelling) and pedagogical challenges. *In Proceedings of the 43rd ASC National Annual Conference*, pp. 12-14.
- Zainuddin, M. Z. (2022). Risiko aktiviti fizikal industri pembinaan.(beritaharian.com).
- Zainuddin, M. Z. (2023). CIDB kenal pasti 12 teknologi baharu industri pembinaan.(beritaharian.com).