

## **Penggunaan Teknologi Dron dalam Fasa Projek Pembinaan**

**Nor Aqidah Azme<sup>1</sup> & Mohd Yamani Yahya<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Batu Pahat, 84600, MALAYSIA

\*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.01.066>

Received 01 March 2021; Accepted 30 April 2021; Available online 01 June 2021

**Abstract:** Drone technology is a technology that can help improve quality in the Malaysian construction industry. However, the use of drones in the construction industry throughout Malaysia is still at an early stage and is especially low in the construction phase. Therefore, the objectives of this study are to identify the use of drone technology in the project, identify the factors and barriers that hinder the use of this technology, and methods that can be taken to increase the use of drone technology in the construction industry. The qualitative study was used by carrying out a structured gathering session with three (3) industry players who were directly involved with the use of drones in the construction industry. The data was analysed using Content Analysis. The findings showed that the use of drone technology in the construction projects is still new and is being actively improved. The main barriers of drone implementation were risks of accident, drone operation, and resistance to weather. In addition, methods that may be taken to further increase the use of drone technology such as initiatives from the company, improvements to the law on the use of drone technology in Malaysia, and enhancement of battery resistance for longer use. This study can become a principle for all parties involved to increase the use of drones in the Malaysian construction industry in the future.

**Keywords:** drone, construction phase, interview

**Abstrak:** Teknologi dron merupakan teknologi yang dapat membantu meningkatkan kualiti dalam industri pembinaan di Malaysia. Namun, penggunaan dron dalam industri pembinaan di seluruh Malaysia masih di tahap yang awal dan rendah terutamanya dalam fasa pembinaan. Oleh itu, objektif kajian ini ialah mengenalpasti penggunaan teknologi dron dalam projek pembinaan, mengetahui faktor yang menghalang penggunaan sistem ini dan langkah-langkah yang boleh dilakukan bagi meningkatkan penggunaan teknologi ini dalam industri pembinaan. Kajian kualitatif digunakan dengan menjalankan sesi temu bual separa-struktur bersama tiga (3) pemain industri yang terlibat secara langsung dengan penggunaan dron dalam industri pembinaan. Semua data dianalisis menggunakan kaedah Analisis Kandungan. Dapatan kajian menunjukkan penggunaan teknologi dron di dalam projek pembinaan masih baru dan sedang giat dipertingkatkan. Disamping

itu, kajian mendapati faktor penghalang dan cabaran penggunaan teknologi dron seperti risiko kemalangan, pengendalian operasi serta ketahanan terhadap cuaca. Selain itu, langkah-langkah yang boleh dilakukan bagi meningkatkan lagi penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan di Malaysia seperti inisiatif dari pihak syarikat, penambahbaikan terhadap undang-undang penggunaan teknologi dron di Malaysia dan penambahbaikan terhadap ketahanan bateri bagi penggunaan yang lebih lama. Kajian ini dapat menjadi asas bagi semua pihak yang terlibat bagi meningkatkan penggunaan dron dalam industri pembinaan di Malaysia pada masa akan datang.

**Keywords:** dron, fasa pembinaan, temubual

## 1. Pengenalan

Dron merupakan salah satu kategori yang terdapat dalam teknologi robotik bagi industri pembinaan. Dron menjadi lebih relevan dalam industri pembinaan pada masa kini di mana penggunaannya dalam pelbagai aspek seperti pembangunan projek, pengurusan projek, pemantauan projek, pemeriksaan semasa proses pembinaan dan permodelan 3-dimensi (3D) (Sansons, 2019). Dron merupakan teknologi robotik yang telah digunakan bagi menggantikan kren atau helikopter bagi aktiviti menangkap gambar dan video di kawasan pembinaan (Danielak, 2018). Dron mempunyai kemampuan untuk mengambil gambar kerja- kerja semasa proses pembinaan, Video bagi tujuan promosi, tinjauan tapak, gambar tinjauan keselamatan dan pemetaan kontur (Tatum, 2017). Hal ini menunjukkan bahawa teknologi dron ini mempunyai banyak kegunaan yang dapat membantu dalam projek pembinaan dan dapat membantu sesuatu fasa pembinaan berjalan dengan lancar dan lebih efisien. Teknologi Robotik dapat dibahagikan kepada empat kategori iaitu sistem pasang siap di luar tapak pembinaan, sistem automasi dan robotik di tapak pembinaan, dron dan pengangkutan autonomi, dan exoskeleton (Bock, 2017). Di dalam projek pembinaan, terdapat beberapa fasa iaitu fasa pra-pembinaan, fasa perancangan dan reka bentuk, fasa pemilihan kontraktor, fasa mobilisasi projek, fasa operasi projek dan fasa penutupan projek (project closeout) (Bennet, 2003). Menurut Klinger (2006) pula, projek pembinaan terdiri daripada 3 fasa iaitu fasa pra-pembinaan, fasa pembinaan dan fasa pasca pembinaan dimana setiap fasa mempunyai elemen tersendiri. Fasa pra-pembinaan terdiri daripada beberapa elemen seperti perancangan, anggaran bajet, pemilihan kontraktor dan proses bidaan manakala dalam fasa pembinaan projek terdiri daripada elemen seperti aktiviti pecah tanah, permulaan pembinaan projek dan pengawasan projek. Fasa pasca pembinaan terdiri daripada beberapa elemen seperti fasa separa siap, fasa siap dan proses penyerahan dokumen akhir.

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Dron merupakan salah satu teknologi robotik yang telah digunakan dalam projek pembinaan di Malaysia bagi membantu meningkatkan kualiti dan produktiviti proses pembinaan di Malaysia. Teknologi dron juga boleh dikenali sebagai kenderaan udara tanpa pemandu yang telah diperkenalkan oleh tentera Amerika Syarikat dimana kemajuan terhadap sistem robotik dron ini telah membantu menghasilkan dron yang lebih kecil, murah, canggih dan sesuai untuk kegunaan komersial (Desjardins, 2016). Proses pembinaan melibatkan banyak peringkat iaitu peringkat perolehan, peringkat reka bentuk sehingga peringkat pembinaan bangunan. Di peringkat pembinaan bangunan, pemantauan dan pengawalan kemajuan projek adalah salah satu tugas yang penting dalam pengurusan pembinaan projek dan berdasarkan syarat kontrak untuk pembinaan (FIDIC, 2006). Gambar-gambar semasa proses pembinaan adalah perlu diletakkan di dalam laporan kemajuan yang perlu dihantar kepada pelanggan pada setiap bulan atau minggu. Penggunaan teknologi dron dilihat sebagai teknologi yang dapat membantu semasa proses pembinaan terutamanya dalam pemantauan dan pengawalan kemajuan projek.

### 1.2 Penyataan Masalah

Teknologi dron mempunyai keupayaan untuk mengumpulkan data di kawasan yang tidak selamat dan sukar diakses oleh pekerja di tapak pembinaan telah menjadi faktor yang mendorong penggunaan teknologi dron bagi sesuatu projek pembinaan. Faktor penggunaan dron yang lain juga adalah dapat memudahkan aktiviti menangkap gambar pemantauan semasa proses pembinaan dijalankan dengan menggunakan keupayaan dron yang boleh mengambil kamera dan merakam video berkualiti tinggi bagi keperluan pihak pengurusan projek (Ofper, 2014). Walaubagaimanapun, tahap penggunaan dron dalam projek pembinaan di kalangan kontraktor di Malaysia masih kurang berikutan beberapa faktor. Faktor-faktor yang dimaksudkan adalah kos modal dan penyelenggaraan yang tinggi, teknologi yang sukar dikendalikan dan difahami, teknologi yang digunakan tidak selari dengan cara proses pembinaan yang sedia ada, kurang penglibatan pekerja atau keperluan untuk melatih pekerja, teknologinya susah untuk didapati di Malaysia dan penerimaan dari pekerja tidak memberangsangkan (Mahbub, 2012).

Keupayaan teknologi dron dalam mengumpulkan banyak data bergambar dalam tempoh masa yang singkat telah memudahkan beberapa kerja dalam fasa-fasa projek pembinaan seperti aktiviti pemantauan yang sering dilakukan secara manual oleh penyelia tapak bina (Bang, 2017). Menerusi kajian ini, tahap penggunaan dron dalam kalangan kontraktor- kontraktor dapat dikenalpasti dan faktor-faktor yang menghalang sistem ini daripada digunakan dapat diketahui. Selain itu, kajian ini juga dilakukan bagi mengetahui keberkesanan penggunaan teknologi dron dalam sesuatu proses pembinaan sekaligus mengenalpasti langkah-langkah yang boleh diambil bagi meningkatkan penggunaan sistem ini dalam proses pembinaan pada masa akan datang dalam kalangan kontraktor.

### 1.3 Persoalan Kajian

- (i) Sejauh manakah penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan?
- (ii) Apakah faktor-faktor yang menghalang penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan?
- (iii) Apakah langkah-langkah yang dapat membantu meningkatkan penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan?

### 1.4 Objektif Kajian

- (i) Menenalpasti tahap penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan.
- (ii) Mengkaji faktor-faktor yang menghalang penggunaan sistem teknologi dron dalam fasa projek pembinaan.
- (iii) Mengetahui langkah-langkah yang dapat membantu meningkatkan penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan.

### 1.5 Skop Kajian

Kajian ini melibatkan pengendali dron yang terlibat dalam projek pembinaan dan syarikat kontraktor pembinaan gred G7 yang berdaftar. Beberapa syarikat dipilih untuk mendapatkan data mengenai tahap penggunaan robotik kategori dron yang telah digunakan semasa proses pembinaan. Syarikat gred G7 telah dipilih bagi melakukan kajian ini kerana kebanyakan projek-projek berskala besar yang melibatkan teknologi robotik dron dibina oleh kontraktor kumpulan G7 dimana berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh CIDB menunjukkan 61% kontraktor G7 memiliki peralatan jentera dan mesin persendirian (CIDB, 2013). Oleh yang demikian, kontraktor gred G7 merupakan syarikat kontraktor yang mempunyai kemampuan dalam memiliki teknologi ini dan menggunakannya semasa proses pembinaan. Kebanyakan kawasan pembinaan di Selangor yang

terletak di kawasan bandar dan sesak telah menerapkan penggunaan teknologi dron bagi membantu semasa proses pembinaan, di mana teknologi ini dapat membantu memantau keadaan semasa di tapak binaan dengan teknologi dron yang dilengkapi dengan kamera.

## 1.6 Kepentingan Kajian

Kajian ini adalah untuk mengkaji tahap penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan di mana kajian ini dilakukan bagi mengenalpasti syarikat pembinaan yang telah menerapkan teknologi dron semasa menjalankan proses pembinaan. Melalui kajian ini, syarikat pembinaan yang terlibat dapat dikenalpasti sekaligus mengetahui bilangan syarikat pembinaan yang telah menggunakan teknologi dron dalam pembinaan bagi meningkatkan kualiti semasa proses pembinaan. Walaupun sistem ini telah lama diperkenalkan dalam sektor pembinaan di negara ini tetapi penggunaan teknologi dron dalam proses pembinaan di negeri Selangor masih tidak meluas dan hanya beberapa syarikat sahaja yang berjaya menggunakan teknologi ini. Terdapat beberapa faktor yang telah menghadkan penggunaan sistem ini di Malaysia dimana faktor-faktor tersebut harus dikaji dan diberi perhatian agar langkah-langkah yang harus diambil dapat dilakukan untuk meningkatkan penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan di Malaysia. Langkah-langkah ini dapat diambil dan dijadikan panduan untuk membantu meningkatkan kemajuan teknologi yang digunakan semasa proses pembinaan pada masa hadapan.

## 2. Kajian Literatur

### 2.1 Fasa dalam projek pembinaan

Projek pembinaan merupakan proses yang panjang dan terdiri daripada beberapa fasa yang harus dilaksanakan untuk memastikan sesuatu projek pembinaan dapat dilaksanakan dengan lancar. Aktiviti yang berbeza dan rumit dalam setiap proses telah menjadikan proses pembinaan bagi sesebuah projek pembinaan memerlukan perancangan yang rapi sebelum memulakan sesuatu projek untuk mengelakkan sebarang kerugian yang perlu ditanggung oleh kontraktor. Faktor kejayaan dalam sesuatu projek pembinaan adalah input yang terdapat dalam sistem pengurusan yang mendorong kepada kejayaan sesuatu proses pembinaan (Davies, 2002). Justeru itu, model perancangan yang baik dalam sistem pengurusan memainkan peranan yang amat penting bagi memastikan kelancaran sesuatu projek pembinaan. Perancangan yang berasingan dan teliti bagi setiap fasa dalam proses pembinaan dapat membantu dalam perancangan aktiviti bagi setiap fasa tersebut. Menurut Kamal (2013), setiap 5 fasa utama mempunyai aktiviti yang tersendiri mengikut keperluan yang dituntut semasa fasa tersebut. Fasa pertama dalam proses pembinaan adalah fasa konsep iaitu fasa pertama dalam kitaran hayat projek pembinaan. Fasa ini sangat penting bagi sesuatu proses pembinaan dimana pihak klien akan menentukan masalah, kehendak dan skop projek, kos, masa dan kualiti, menetapkan jenis perolehan, jenis pengawalan projek, plan implementasi projek dan cadangan pembiayaan awalan (Kadir, 1995). Fasa ini merupakan fasa yang utama dan penting bagi kontraktor bagi menjalankan dan menyiapkan sesuatu pembinaan mengikut kehendak yang diinginkan oleh pihak klien. Komunikasi antara klien dan kontraktor pada fasa ini amat penting untuk kelancaran sesuatu projek.

### 2.2 Teknologi Dron

Dron merujuk kepada kapal terbang termasuk peralatan yang beroperasi sendiri tanpa pengawalan manusia (Grayson, 2015). Dron pada asalnya telah digunakan bagi aktiviti ketenteraan oleh negara Amerika Syarikat dimana negara ini telah mempraktikkan penggunaan dron ketika perang Teluk pada tahun 1991. Proses penyelidikan yang dilakukan oleh pihak ketenteraan Amerika Syarikat telah menjadi pemangkin dalam kemajuan teknologi dron dimana penggunaan transistor pada awal tahun 1960 telah membantu penggunaan barangan elektronik untuk digunakan dalam saiz yang kecil (Tatum, 2017). Penggunaan dron dalam industri pembinaan adalah antara teknologi robotik yang telah

berjaya digunakan dalam proses pembinaan di Malaysia. Dron boleh dikategorikan kepada empat jenis mengikut fungsi kegunaannya antaranya, rekreasi, komersial, awam dan ketenteraan (Samson, 2019). Kepelbagaian fungsi dron dalam membantu semasa proses pembinaan telah menjadi faktor penggunaan teknologi ini dalam industri pembinaan. Dron juga dilengkapi dengan kamera resolusi tinggi bagi tujuan pengambilan imej 3-Dimensi, rakaman video, dilengkapi alat penjejak (GPS) dan pengenalan frekuensi radio (RFID). Pelbagai jenis dron digunakan mengikut kesesuaian sesuatu proses pembinaan bagi membolehkan sesuatu aktiviti proses pembinaan dapat dilaksanakan dengan baik.

Dron kebiasaannya terdiri daripada *quadcopter* iaitu empat sayap putar, motor, gear mendarat, bateri, kamera dan alat kawalan dimana kamera akan dipasangkan kepada komponen yang akan memastikan kamera dalam keadaan stabil (Sanson, 2019). Bateri yang digunakan pada dron juga mempunyai sistem pengurusan kuasa yang membenarkan dron bertahan di udara selama 25 minit atau lebih bergantung kepada kekuatan bateri. Menurut Pastor (2006) pula, sistem yang kompleks di dalam dron terdiri daripada 6 sub- komponen utama yang bekerjasama secara serentak untuk mendapatkan proses pemerhatian yang bermutu tinggi dari sebuah dron.

Perkembangan yang pesat dalam industri teknologi dron telah menghasilkan lebih banyak jenis dron di pasaran dimana setiap jenis dron mempunyai ciri-cirinya tersendiri yang dapat membantu dalam melaksanakan sesuatu tugas. Aktiviti semasa projek pembinaan yang hendak dilakukan menggunakan dron perlu diketahui bagi mengenalpasti jenis dron yang sesuai digunakan bagi aktiviti tersebut. Persoalan seperti kekerapan dron akan diterbangkan, fungsi dron dalam projek pembinaan, perisian yang akan digunakan dan cuaca atau suhu yang akan dihadapi semasa aktiviti penerbangan merupakan antara persoalan yang sering dikemukakan.

Dron telah menjadi peralatan yang digunakan oleh kontraktor bagi menjejak, mengambil pelan, menyelidik, memantau dan mengendalikan tapak bina dengan lebih efisien dan selamat (Burton, 2020). Terdapat pelbagai jenis aplikasi telah digunakan bagi mengawal dron seperti DJI Go, Drone Deploy dan Pix4D (Goodman, 2020). Sebelum memilih program yang sesuai bagi mengawal dron pemilihan model dron yang sesuai bagi sesuatu tugas amat penting seperti pemilihan sayap tetap atau berputar. Menurut Higgins (2017), sebelum melakukan pembelian sesebuah dron, amat penting untuk mengetahui jenis dan ciri-ciri dron yang sesuai untuk kegunaan tertentu. Jadual 1 menunjukkan antara ciri-ciri dron yang perlu diambil kira dalam pemilihan dron.

### 2.3 Penggunaan dron dalam projek pembinaan

Terdapat pelbagai penggunaan dron dalam projek pembinaan seperti kerja pengumpulan data, fotografi data, pemeriksaan dan pemantauan, serta pemantauan keselamatan.

#### (a) Pengumpulan data

Dron dalam projek pembinaan boleh digunakan bagi aktiviti pengumpulan data dimana sistem pengesanan jauh (LiDAR) yang terdapat di dalam dron mampu melakukan tinjauan yang cepat manakala alat bantuan visual di dalam dron telah menggunakan fotogrametri untuk menukar imej 2-dimensi kepada imej 3-dimensi (Tatum, 2017). Fotogrametri telah dibantu oleh LiDAR bagi melakukan tinjauan yang tepat dan menghasilkan model 3- dimensi dengan lebih terperinci. Ini menunjukkan penggunaan dron dapat membantu menghasilkan model 3-dimensi bagi kawasan yang lebih luas. Jenis perisian yang digunakan amat penting dan akan memberikan perbezaan kepada aplikasi penggunaan dron walaupun dron digunakan bagi pengambilan data (Desjardins, 2016).

#### (b) Fotografi udara

Pengambilan gambar-gambar dari ruang udara amat penting bagi sektor pembinaan untuk beberapa aspek seperti gambar dan video bagi tujuan promosi, gambar semasa proses pembinaan,

gambar-gambar pemantauan kerja dan juga gambar bagi kegunaan dokumentasi. Kebanyakan syarikat-syarikat pembinaan telah bertukar daripada penggunaan kren dan helikopter kepada penggunaan dron dan kamera berkualiti tinggi bagi tujuan pengambilan gambar dan video pembangunan (Danielak, 2018). Penggunaan dron dapat memberikan banyak manfaat seperti penjimatan kos dan juga menjimatkan masa. Saiz dron yang lebih kecil dan mudah dikendalikan menjadi faktor pertukaran cara pengambilan gambar-gambar sesuatu kawasan pembinaan. Dron juga dapat mengambil dari pelbagai sudut yang berbeza dan membantu menghasilkan gambar yang kreatif dan menarik.

#### *(c) Pemeriksaan dan pemantauan*

Pemantauan semasa proses pembinaan adalah salah satu elemen penting bagi memastikan proses pembinaan berjalan dengan lancar dan proses ini amat penting bagi mengelakkan sebarang kelewatan projek (Lawson, 2018). Sistem dron yang dilengkapi dengan kamera dan rakaman video membolehkan pihak yang terlibat semasa pembinaan seperti jurutera atau pengurus projek memantau kerja-kerja semasa pembinaan melalui sistem tanpa perlu bergerak ke kawasan yang perlu dipantau.

#### *(d) Pemantauan keselamatan*

Pentadbiran keselamatan dan kesihatan pekerjaan (OSHA) telah mewajibkan majikan seperti kontraktor untuk bertanggungjawab menyediakan persekitaran pekerjaan yang selamat (Koehn, 1996). Pengurus keselamatan bertanggungjawab melakukan pemantauan terhadap pekerja di mana pengurus perlu sentiasa melakukan pemerhatian di tapak pembinaan dengan berjalan dan melakukan pemerhatian terus bagi memastikan pekerja mematuhi etika keselamatan di tempat kerja (Toole, 2002). Penggunaan teknologi dron dalam membantu pemantauan keselamatan di tapak bina dapat membantu pengurus keselamatan di tapak pembinaan terutama kawasan pembinaan yang luas dan mempunyai banyak bahagian.

### 2.4 Cabaran Penggunaan Teknologi Dron semasa Projek Pembinaan

#### *(a) Risiko kemalangan dron*

Menurut kajian yang dilakukan oleh (Tatum, 2017) terdapat beberapa risiko kemalangan yang boleh berlaku dan antara empat risiko yang paling tinggi adalah risiko kemungkinan dron terhempas, risiko kecederaan melibatkan pekerja atau orang awam, privasi dan kerosakan harta benda di dalam tapak pembinaan atau persekitaran. Menurut (Opfer, 2014) pengendali dron juga perlu mengelakkan daripada menggunakan dron di kawasan yang mempunyai ramai orang awam di bawahnya bagi mengelakkan sebarang potensi kemalangan. Pemilihan kawasan yang sesuai bagi penerbangan dron perlu dilihat terlebih dahulu sebelum aktiviti penerbangan dron dilakukan.

#### *(b) Pengendalian operasi dron*

Operator dron juga perlu arif tentang penggunaan dron dan kemahiran untuk mengelilingi kawasan pembinaan dengan menggunakan dron memandangkan fungsi utama dron adalah untuk pengambilan gambar, video, aktiviti pemantauan dan pemetaan kawasan pembinaan yang mempunyai keluasan yang agak besar.

#### *(c) Ketahanan dron terhadap cuaca*

Teknologi dron ini mempunyai had penggunaan di dalam cuaca cuaca tertentu dimana sistem mekanikal dron tidak boleh berfungsi dengan baik dalam keadaan cuaca yang sangat sejuk dan teknologi dron juga tidak mampu menampung tiupan angin yang sangat kuat (Opfer, 2014). Saiz dron yang kecil menyebabkan ia lebih terkesan dengan angin dan hujan yang lebat. Ini menyebabkan sesuatu aktiviti terpaksa diberhentikan jika terdapat tiupan angin yang agak kuat untuk mengelakkan sebarang kemalangan daripada berlaku.

## 2.5 Langkah-langkah meningkatkan penggunaan teknologi dron

### (a) *Inisiatif Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB)*

Inisiatif CIDB dalam memperkenalkan teknologi baru kepada pekerja bagi meningkatkan produktiviti dan membantu mencapai tarikh akhir bagi setiap projek pembinaan bagi meningkatkan keyakinan pemaju terhadap keupayaan kontraktor dalam menyiapkan sesuatu projek (CIDB, 2017). Dron menjadi alat yang digunakan bagi membantu penyelia dan pengurus projek mendapatkan pandangan dari atas dalam sesuatu tapak binaan. Selain itu, menurut CIDB (2017), dron yang lebih besar dapat membantu mengangkat barangan yang berat dan ini dapat mengurangkan kemungkinan kemalangan senasa proses mengangkat bahan binaan secara manual oleh pekerja.

### (b) *Inisiatif Kerajaan*

Kerajaan menggalakkan sektor swasta untuk tampil melakukan inovatif dengan penggunaan servis dron di Malaysia (Kumar, 2019). Matlamat utama kerajaan adalah bagi membantu Malaysia menjadi pusat utama di rantau Asia Tenggara kepada syarikat-syarikat untuk membuat dan mencuba dron bagi pelbagai industri. Pameran dron oleh MydroneX dilakukan di atas kerjasama Perbadanan Malaysia Digital Ekonomi (MDEC) yang memfokuskan terhadap setiap teknologi yang berkaitan dengan dron bagi meningkatkan minat dalam terhadap penggunaan teknologi dron dalam industri pembinaan khususnya. Pameran ini melibatkan semua industri yang terlibat dalam penggunaan teknologi dron di mana pameran ini menyediakan demonstrasi dron, perbincangan antara pakar-pakar yang terdapat dalam bidang teknologi ini dan pertunjukkan dron.

## 3. Metodologi Kajian

### 3.1 Reka bentuk Kajian

Reka bentuk kajian adalah kerangka yang digunakan dalam sesebuah kajian bagi mengutip dan menganalisis data (Bryman, 2008). Bagi menjawab objektif kajian ini, kaedah kualitatif telah digunakan dan proses bagi pengumpulan data telah dilakukan melalui teknik temu bual. Temu bual akan dilakukan secara berstruktur bersama responden bagi menjawab setiap soalan yang akan dikemukakan. Soalan temu bual secara berstruktur telah dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu bahagian A dan B. Bahagian A merupakan maklumat responden manakala bahagian B adalah soalan bagi menjawab objektif kajian.

### 3.2 Responden

Responden yang terlibat sebagai sampel untuk memperolehi data bagi kajian ini adalah kontraktor gred G7 yang berdaftar dengan CIDB serta pengendali dron dari syarikat yang menyediakan perkhidmatan teknologi dron dalam sektor pembinaan. Responden yang dipilih mempunyai pengalaman dalam penggunaan teknologi dron bagi projek pembinaan dan terdiri daripada golongan yang terlibat semasa projek pembinaan dijalankan. Responden dari pelbagai syarikat yang berbeza telah ditemu bual bagi pengumpulan data sekaligus mengetahui pandangan dan cadangan mereka mengenai kajian ini. Temu bual dilakukan menggunakan aplikasi panggilan video atas talian “zoom” di mana sesi temu bual dilakukan bersama pihak responden dengan mengajukan soalan yang terdiri daripada dua bahagian iaitu A dan B. Seterusnya, menerusi aplikasi *WhatsApp* serta email di mana soalan telah diberikan melalui aplikasi ini dan telah dijawab oleh responden di dalam borang soalan yang disediakan. Hal ini berikutan kekangan masa yang dihadapi oleh pihak responden berikutan kepadatan jadual responden. Tiga orang responden dipilih berdasarkan pengalaman mereka yang telah terlibat dengan penggunaan dan pengendalian teknologi dron bagi aktiviti pembinaan di tapak

pembinaan sekitar Selangor.

### 3.3 Analisis Data

Data bagi kaedah kualitatif adalah dalam bentuk temubual dan analisis di mana data bagi temubual adalah kutipan langsung dari orang-orang yang berpengalaman dalam bidang kajian manakala bagi hasil pemerhatian, uraian terperinci tentang situasi, kejadian, interaksi dan tingkah laku yang diperhatikan di lapangan (Patton, 1990). Bagi bahan bertulis pula, diambil dari petikan, dokumen atau rakaman. Kaedah analisis kandungan digunakan bagi mengenalpasti maklumat data yang diperolehi daripada responden manakala analisis kekerapan dilakukan bagi jawapan yang diterima secara berulang oleh pelbagai responden.

### 3.4 Populasi dan Pensampelan

Pensampelan adalah bertujuan bagi memilih individu atau sekumpulan individu yang mempunyai pengetahuan dan berpengalaman dalam sesuatu bidang (Creswell, 2011). Metod kajian kualitatif ialah metod yang digunakan bagi mencapai kefahaman yang lebih mendalam bagi sesuatu kajian (Paton, 2002). Bagi kajian ini, sampel kajian terdiri daripada responden yang terlibat dan berpengalaman dalam penggunaan teknologi dron semasa fasa projek pembinaan. Responden terdiri daripada syarikat pengendali teknologi dron yang menyediakan perkhidmatan dron semasa fasa projek pembinaan serta pemain industri yang terlibat dalam penggunaan teknologi dron di tapak pembinaan. Tiga orang responden telah dipilih bagi melakukan sesi temubual atas talian bagi mendapatkan data mengenai kajian ini. Ketiga-tiga responden dipilih berdasarkan pengalaman yang luas dalam bidang penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan.

## 4. Analisis Data dan Perbincangan

### 4.1 Latarbelakang responden

Terdapat tiga orang responden yang telah ditemubual bagi menjayakan kajian ini dan setiap responden merupakan individu yang pernah terlibat dalam penggunaan teknologi dron atau mahir dalam penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan. Responden pertama (R1) merupakan pengarah projek bagi sebuah syarikat pembinaan di Klang, Selangor. Beliau mempunyai 20 tahun pengalaman di dalam sektor pembinaan dan telah terlibat dalam penggunaan dron bagi beberapa projek di Selangor. Responden kedua (R2) merupakan seorang Pengarah Urusan di syarikat yang menyediakan perkhidmatan teknologi dron dan telah terlibat dalam penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan. Beliau mempunyai pengalaman selama 5 tahun dalam mengendalikan teknologi dron. Responden ketiga (R3) merupakan Ketua Pegawai Operasi bagi syarikat teknologi dron yang menyediakan perkhidmatan dalam penggunaan teknologi dron bagi projek pembinaan. Beliau mempunyai pengalaman selama 5 tahun dalam menyediakan perkhidmatan teknologi dron dalam industri pembinaan.

### 4.2 Tahap penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan

Berdasarkan data yang diterima daripada responden semasa sesi temu bual dijalankan, teknologi dron dalam fasa projek pembinaan masih berada di dalam fasa penggunaan awal. Hal ini kerana, teknologi dron masih baru dalam penggunaan di dalam fasa projek pembinaan tetapi penggunaannya sedang meningkat naik. Penggunaan teknologi dron masih tidak digunakan secara meluas berikutan sektor pembinaan merupakan sektor yang mempunyai penggunaan teknologi baru yang perlahan (Holt, 2015). Kepelbagaian fungsi yang terdapat dalam teknologi dron dilihat mampu meningkatkan penggunaan teknologi ini dalam fasa projek pembinaan. Jenis teknologi dron yang akan digunakan

dalam sesuatu projek pembinaan akan ditentukan mengikut keadaan tapak pembinaan dan aktiviti yang akan dijalankan. Ini menunjukkan penerimaan yang baik ke atas teknologi dron di kalangan pemain industri pembinaan di Malaysia. Sebagai contoh, R2 dan R3 menyatakan:

*“ianya masih di dalam peringkat baru tetapi sedang meningkat laju”- R2*

*“teknologi dron baru digunakan dalam sektor pembinaan dan sektor pembinaan mula menghargai penggunaan teknologi dron”- R3*

Tahap pengetahuan mengenai teknologi dron di kalangan pekerja dalam sektor pembinaan terbahagi kepada dua iaitu tahap pengetahuan di kalangan pekerja di tahap pengurusan atasan seperti pengarah projek, pengurus projek, juruukur dan jurutera projek adalah tinggi. Ketiga-tiga responden bersetuju bahawa pengetahuan dalam teknologi dron di kalangan pekerja pengurusan atasan adalah tinggi manakala di kalangan pekerja lain masih rendah. Tahap pengetahuan pekerja yang lain masih rendah dan terhad kepada penggunaan teknologi dron bagi kegunaan video dan fotografi udara sahaja. R1 menyatakan bahawa:

*“tahap pengetahuan di kalangan pekerja seperti Surveyor dan Project Manager adalah tinggi manakala di kalangan pekerja lain masih kurang”*

Seterusnya, penggunaan teknologi dron ini melibatkan semua gred kontraktor, dari G1 sehingga G7. Penggunaan teknologi dron berbeza mengikut kesesuaian jenis-jenis kerja yang dilakukan oleh pihak kontraktor. Penggunaan teknologi dron oleh kontraktor lebih banyak digunakan oleh kontraktor G5, G6 dan G7 berikutan skala projek yang merangkumi pelbagai aktiviti dan kerja berbanding jenis kontraktor G1, G2, G3 dan G4. R1 menyatakan bahawa kumpulan kontraktor yang sering terlibat dengan penggunaan teknologi dron ialah G5, G6 dan G7 manakala R2 dan R3 menyatakan bahawa semua kontraktor yang terdiri daripada Gred G1 sehingga G7 menggunakan teknologi dron dalam projek pembinaan. R2 menyatakan bahawa penggunaan teknologi dron dalam pelbagai aktiviti pembinaan merupakan faktor penyumbang penggunaan teknologi ini bagi setiap gred kontraktor. R3 berpendapat penggunaan teknologi dron bagi kontraktor kumpulan G1 sehingga G3 tertumpu kepada aktiviti perancangan dan pemasaran manakala G4 sehingga G7 bagi aktiviti pengawasan dan kemajuan.

Jadual 1 menunjukkan pemilihan bagi jenis teknologi dron yang bersesuaian bagi digunakan dalam fasa projek pembinaan ialah mengikut ciri-ciri teknologi dron. Ciri-ciri dron yang boleh dilihat ialah cara pelepasan dan pendaratan yang sesuai, kegunaan teknologi dron dan ketahanan bateri (masa penerbangan). Menurut R1, dron yang berharga RM4000 ke atas sudah mencukupi bagi digunakan dalam projek pembinaan. Kontraktor perlu menitikberatkan tentang bajet bagi menggunakan teknologi dron dalam projek pembinaan dimana kontraktor juga boleh bekerjasama dengan sub-kontraktor yang menyediakan khidmat dron bagi mendapatkan maklumat terperinci mengenai teknologi robotik ini (William, 2020). Menurut R2, kegunaan teknologi dron juga perlu dilihat bagi pemilihan jenis dron di mana beliau mengatakan:

*“ianya bergantung kepada apa yang diperlukan di dalam penggunaan dron tersebut. Jika dron digunakan untuk ‘mapping’, ukuran dan surveying, dron yang sesuai digunakan adalah dron yang dimana ‘payload’nya boleh ditukar”*

Di samping itu, kawasan penerbangan teknologi dron juga perlu diambil kira di mana mengikut responden ketiga kawasan pembinaan yang padat dengan pembangunan memerlukan teknologi dron yang mampu melakukan pendaratan secara vertikal. Responden ketiga juga menyatakan bahawa pemilihan jenis teknologi dron semasa aktiviti pembinaan bergantung kepada kehendak klien (kegunaan kontraktor) dan kawasan projek pembinaan.

**Jadual 1: Kriteria bagi pemilihan jenis teknologi dron**

Jenis Dron	R1	R2	R3
Kos teknologi dron	/		
Ciri-ciri teknologi dron		/	/
Kawasan penerbangan		/	/
Kegunaan teknologi dron		/	/

Penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan merangkumi beberapa aktiviti seperti fotografi udara, pemantauan keselamatan, pengumpulan data, pemeriksaan dan pemantauan, serta tinjauan tanah dan pemetaan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Fotografi udara dengan menggunakan teknologi dron adalah aktiviti di mana gambar-gambar dari ruang udara digunakan bagi tujuan mempromosikan dan menunjukkan proses pembinaan sesuatu projek. Teknologi dron juga dapat digunakan bagi aktiviti pemeriksaan dan pemantauan di mana pengurus projek atau klien bagi sesebuah projek dapat meninjau kemajuan di tapak pembinaan tanpa perlu berada di lokasi pembinaan. Data yang diambil menggunakan teknologi dron boleh diakses oleh individu yang terlibat dalam projek pembinaan tersebut dengan hanya memerlukan komputer dan talian internet. Teknologi dron menyediakan pengurusan yang lebih baik dan cepat disamping menyediakan keputusan yang pantas dan tepat dengan rekod resolusi yang tinggi untuk kegunaan pihak yang terlibat di dalam sesuatu projek pembinaan (Li, 2019).

**Jadual 2: Penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan**

Penggunaan Teknologi Dron	R1	R2	R3
Pengumpulan data	/	/	/
Fotografi udara	/	/	/
Pemeriksaan dan pemantauan	/	/	/
Pemantauan keselamatan		/	
Tinjauan tanah dan pemetaan	/	/	/

R1 bersetuju dengan penggunaan teknologi dron bagi fotografi udara, pengumpulan data serta tinjauan tanah dan pemetaan dengan menyatakan bahawa “Penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan telah digunakan bagi aktiviti pembinaan seperti land survey, survey photo dan method identification”. Responden kedua bersetuju bahawa teknologi dron telah digunakan dalam tahap perancangan projek dan tahap pembinaan projek di mana beliau mengatakan “Di dalam tahap perancangan projek, teknologi dron boleh digunakan untuk mengukur, survey, inspection, mapping manakala di tahap pembinaan projek, teknologi dron boleh digunakan untuk progress report, ukuran, mapping, asset inspection, asset management”. Responden ketiga pula menyatakan bahawa “Teknologi dron digunakan bagi mapping, pengambilan video dan gambar, pengukuran kawasan pembinaan, mengenalpasti kerosakan di bangunan (cracking) serta penggunaan dron juga digunakan bagi memantau progress sesuatu tempat pembinaan”.

#### 4.3 Faktor dan cabaran penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan

Terdapat pelbagai faktor serta cabaran yang menyebabkan penggunaan teknologi dron dalam industri pembinaan Malaysia masih berada di tahap awal seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3 dan Jadual 4.

**Jadual 3: Faktor penghalang penggunaan teknologi dron**

Faktor-Faktor Penghalang	R1	R2	R3
Syarat dikenakan pihak CAAM	/		

Permohonan permit daripada JUPEM	/	/	/
Permohonan permit daripada pihak CAAM	/	/	/
Persetujuan kontraktor utama		/	/

Jadual 3 menunjukkan empat (4) faktor yang telah menjadi faktor penghalang penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan antaranya syarat yang dikenakan oleh Perbadanan Ekonomi Digital Malaysia (MDEC) iaitu pengeluaran permit bagi penerbangan teknologi dron di sesuatu tapak pembinaan yang memakan masa selama dua minggu. Selain itu, pengeluaran permit daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) yang juga memakan masa 2 minggu menjadikan proses permohonan tersebut lambat dan sukar bagi sesuatu projek pembinaan yang memerlukan penggunaan teknologi dron dalam masa yang terdekat atau kadar segera. Di samping itu, kebenaran oleh kontraktor utama bagi projek yang berskala besar dan mempunyai bilangan sub-kontraktor yang ramai. Situasi ini menyebabkan kesukaran bagi memperolehi kebenaran dari pelbagai pihak bagi menggunakan teknologi ini pada sesuatu kawasan pembinaan.

Manakala, Jadual 4 menunjukkan lima (5) cabaran yang dapat dilihat semasa penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan. Antaraya ialah risiko berlakunya kemalangan di tapak pembinaan. Hal ini berikutan situasi di tapak pembinaan di mana permukaan muka bumi yang tidak rata boleh mengakibatkan kesukaran bagi pendaratan teknologi dron. Selain itu, kewujudan menara kren dan kawasan yang mempunyai ramai penduduk juga merupakan cabaran semasa bagi penggunaan teknologi dron. Menurut R1:

*“Cabaran yang dihadapi semasa menggunakan dron di tapak pembinaan ialah muka bumi yang tidak rata, tower crane dan kawasan yang ramai penduduk”*

Keadaan cuaca juga menjadi cabaran dalam penggunaan teknologi dron dimana teknologi dron tidak dapat digunakan semasa keadaan hujan lebat dan angin yang kuat kerana ia boleh menjejaskan kualiti data yang diperolehi.

#### **Jadual 4: Cabaran Penggunaan Teknologi Dron Dalam Fasa Projek Pembinaan**

Cabaran Penggunaan Teknologi Dron	R1	R3
Risiko kemalangan dron	/	
Pengendalian operasi dron		/
Kos dan pemilihan dron		/
Ketahanan terhadap cuaca		/
Masa penerbangan		/

Pengendalian operasi dron juga menjadi cabaran lain yang timbul semasa penggunaan dron di mana pendali dron perlu mahir dan bersedia berikutan keadaan kawasan pembinaan yang berbeza mengikut kawasan. Terdapat kawasan pembinaan yang dikelilingi bangunan lain dan mempunyai kawasan kecil. Situasi ini menyebabkan banyak halangan yang perlu dielak dan pengendali dron perlu mahir mengawal dron bagi mengelakkan sebarang kemalangan. Masa penerbangan teknologi dron yang singkat iaitu selama 30 sehingga 40 minit juga menjadi cabaran penggunaan teknologi dron di mana penggantian bateri sebanyak 3 ke 4 kali perlu dilakukan bagi menyelesaikan sesuatu tugas di tapak pembinaan. R3 bersetuju dengan cabaran ini dan beliau menyatakan bahawa:

*“Pengendali dron kena mahir menggunakan dron dan bersedia mengikut keadaan dan kawasan pembinaan serta faktor cuaca, dron tidak dapat digunakan dalam cuaca hujan lebat dan angin kuat”. Selain itu beliau menyatakan bahawa “masa penerbangan bagi dron adalah 30-40 minit, memerlukan penggantian bateri 3-4 kali bagi menyiapkan sesuatu tugas untuk sesebuah projek”*

#### 4.4 Langkah-langkah menggalakkan penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan

**Jadual 5: Langkah meningkatkan penggunaan teknologi dron**

Langkah- Langkah meningkatkan penggunaan dron	R1	R2	R3
Inisiatif Kerajaan bagi penambahbaikan undang-undang penggunaan dron		/	/
Menyediakan peruntukan kos bagi penggunaan teknologi dron	/		
Inisiatif dari Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB) dan kontraktor	/		
Penambahbaikan terhadap bateri dron			/

Jadual 5 menunjukkan lima (5) langkah yang dicadangan oleh responden bagi menggalakkan penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan di Malaysia. Langkah utama yang dapat membantu meningkatkan penggunaan teknologi dron adalah inisiatif dari Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan dengan menggalakkan kontraktor di Malaysia menggunakan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan. Penggunaan teknologi dron masih rendah di Malaysia kerana tiada peraturan standard dari pihak kerajaan atau prosedur operasi syarikat yang mewajibkan penggunaan teknologi dron dalam projek pembinaan (Ayob, 2017). Pihak kontraktor juga boleh meletakkan peruntukan bagi penggunaan teknologi dron di dalam senarai kuantiti (BQ) bagi menggalakkan penggunaan teknologi dron dalam sesuatu projek pembinaan. Menurut R1:

*“langkah yang dapat bantu tingkatan penggunaan dron ialah meletakkan item dron dalam Bill of Quantity, meletakkan syarat organisasi tapak memerlukan jurutera yang berpengalaman dengan teknologi dron”*

R1 juga bersetuju bahawa peruntukan kos perlu disediakan bagi meningkatkan lagi penggunaan teknologi dron semasa menjalankan aktiviti pembinaan.

Seterusnya, inisiatif kerajaan bagi penambahbaikan bagi undang-undang penggunaan teknologi dron di Malaysia seiring dengan perancangan Malaysia kearah Revolusi Industri 4.0. R2 berpendapat:

*“undang-undang penggunaan dron di Malaysia perlu diperbaiki lagi. Sekarang ini undang-undang dron adalah undang-undang yang dikeluarkan hampir 20 tahun lepas. Ianya perlu diperbaiki lagi mengikut peredaran masa, terutamanya jika Malaysia mahu menjadi peneraju Industrial Revolution 4.0 di rantau Asia”*

Hal ini menunjukkan penggunaan undang-undang penggunaan teknologi dron masih menggunakan undang-undang yang lama dan tidak seiring dengan perkembangan teknologi. Responden ketiga pula menyatakan bahawa pihak Jabatan Ukur dan Pemetaan (JUPEM) serta Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM) perlu mempercepatkan masa yang diambil untuk kelulusan permit bagi penerbangan dron di sesuatu kawasan. Selain itu juga penambahbaikan terhadap bateri dron juga dapat membantu dron bertahan lebih lama dan mempercepatkan proses sesuatu aktiviti di tapak pembinaan tanpa perlu menukar bateri dron. R3 menyokong pendapat ini dan mengatakan bahawa:

*“lebih bagus jika dron mempunyai waktu penerbangan yang lebih lama iaitu bateri yang boleh bertahan bagi waktu yang lama”*

Tambahan, Jadual 6 menunjukkan empat (4) pihak utama yang dapat membantu mengembangkan lagi penggunaan teknologi dron di Malaysia. Pihak-pihak yang terlibat dalam membantu mengembangkan penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan di Malaysia adalah Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) dan Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM) yang mengeluarkan permit dan kebenaran bagi sebarang penerbangan dron di sesebuah tapak projek pembinaan.

**Jadual 6: Pihak yang dapat membantu meningkatkan penggunaan teknologi dron**

Pihak-pihak yang terlibat bagi meningkatkan penggunaan dron	R1	R2	R3
Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM)	/	/	/
Perbadanan Ekonomi Digital Malaysia (MDEC)	/	/	/
Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM)	/	/	/
Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI)			/

Selain itu juga, Perbadanan Ekonomi Digital Malaysia (MDEC) juga terlibat dalam melakukan pelbagai inisiatif yang dapat meningkatkan penggunaan teknologi dron di Malaysia. Menerusi temubual yang dilakukan responden pertama bersetuju bahawa organisasi seperti Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM), Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) dan pihak majikan. R2 pula mengatakan bahawa pihak-pihak seperti Perbadanan Ekonomi Digital Malaysia (MDEC), Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM) dan Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) adalah antara pihak yang dapat membantu emngembangkan penggunaan teknologi dron di mana beliau menyatakan. Selain itu, pihak berkuasa yang terlibat didalam undang-undang penggunaan dron yang perlu memberi lebih bantuan di dalam mengembangkan penggunaan dron adalah CAAM dan JUPEM". Menurut R3 pula,

*"Pihak-pihak seperti JUPEM, CAAM, Kementerian Sains dan Teknologi (MOSTI) serta MDEC adalah antara organisasi yang dapat membantu meningkatkan penggunaan teknologi ini di Malaysia".*

Berdasarkan respon jawapan dari ketiga-tiga responden, ketiga-tiga bersetuju bahawa organisasi MDEC, JUPEM, CAAM serta MOSTI memainkan peranan dalam mengembangkan penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan di Malaysia.

## 5. Kesimpulan

Kesimpulannya, menerusi kajian ini penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan dapat diketahui. Kajian ini juga dapat menunjukkan tahap penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan setelah kemasukan teknologi ini di dalam sektor pembinaan beberapa tahun yang lalu. Penggunaan teknologi ini masih baru dan akan lebih berkembang pada masa akan datang berikutan penggunaannya yang semakin meningkat dalam sektor pembinaan. Di samping itu, menerusi kajian ini, cabaran dalam penggunaan teknologi ini seperti risiko kemalangan, ketahanan kepada cuaca, pengendalian operasi dron yang sukar dan masa penerbangan yang terhad dapat diketahui. Di samping itu, langkah-langkah bagi meningkatkan penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan pada masa akan datang juga dapat diperolehi seperti penambahbaikan terhadap sistem undang-undang bagi penggunaan teknologi dron di Malaysia. Hal ini dapat membantu meningkatkan dan meluaskan lagi penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan terhadap penggunaan teknologi dron dalam fasa projek pembinaan, beberapa cadangan telah diperolehi antaranya ialah penambahbaikan terhadap undang-undang penggunaan teknologi dron di Malaysia. Pihak-pihak yang terlibat perlu bekerjasama bagi membaikpulih sistem perundangan yang telah ditetapkan untuk penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan. Di samping itu, pihak-pihak yang terlibat dengan penggunaan teknologi dron seperti Perbadanan Ekonomi Digital Malaysia (MDEC) dan Kementerian Sains dan Teknologi (MOSTI) juga perlu terus memperkenalkan teknologi dron dalam sektor pembinaan agar penggunaan teknologi ini akan terus berkembang dan lebih banyak digunakan dalam sektor pembinaan. Kepelbagaian fungsi dalam teknologi dron dapat meningkatkan lagi kualiti sesuatu aktiviti dalam fasa

projek pembinaan. Inisiatif ini juga dapat meningkatkan kualiti sesuatu projek pembinaan berikutan penggunaan teknologi yang mampu memberikan hasil pembinaan yang lebih berkualiti.

## Penghargaan

Pengkaji ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia dengan sokongan yang diberikan.

## Rujukan

- Ashour, R., Taha, T., Mohamed, F., Hableel, E., Kheil, Y. A., Elsalamouny, M. & Cai, G. (2016). Site inspection drone: A solution for inspecting and regulating construction sites. In 2016 IEEE 59th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS) (pp. 1-4). IEEE.
- Ayob, R. I. (2017). The Adoption of Drone Technology in Construction Industry. Dicapai pada Disember 10 2020 dari <https://en.lne.st/2017/08/01/the-adoption-of-drone-technology-in-construction-industry/>
- Bennet, F.L. (2003). The Management of Construction: A Project Life Cycle Approach. ButterworthHeinneman.
- Bone, E., & Bolkcom, C. (2003). Unmanned aerial vehicles: Background and issues for congress. Library Of Congress Washington Dc Congressional Research Service.
- CIDB. (2017). Design for Safety: Getting up to speed with construction design management. Dicapai pada Jun 28, 2020 dari [http://www.cidb.gov.my/images/content/pdf/Korporat/cidbmagazineheights1\\_2017.pdf](http://www.cidb.gov.my/images/content/pdf/Korporat/cidbmagazineheights1_2017.pdf)
- Cousineau, L. & Miura, N. (1998). Construction robots: the search for new building technology in Japan. ASCE Publications.
- Danielak, M. (2018). The benefits of employing drones in construction. Dicapai pada Mac 25, 2020 dari <https://www.constructiondive.com/news/the-benefits-of-employing-drones-in-construction-516713/>.
- Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanbi, L., Akinade, O., Bilal, M., & Owolabi, H. (2019). Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption. *Journal of Building Engineering*, 26, 100868.
- Desjardins, J. (2016). Here's how commercial drones grew out of the battlefield. Dicapai pada April 6, 2020 dari <https://www.businessinsider.com/a-history-of-commercial-drones-2016-12>.
- Grayson, W. How drones and UAVs are already affect in construction jobsites. Dicapai pada April 4, 2020 dari <http://www.equipmentworld.com/drones>.
- Gray, C. & Hughes, W. (2001). *Building Design Management*. Butterworth Heinemanann.
- Hackett, M (2007). *The Aqua Group Guide to Procurement, Tendering and Contract Administration*. Blackwell Publishing.
- Hasegawa, Y. (2006). Construction Automation and Robotics in the 21st century. In *International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*. (pp. 565-568).
- Higgins, A. (2019) *Robotics in Construction: A Brief History of Automation in the Industry*. BIM360 Autodesk. Dicapai pada Mac 13, 2020 dari <https://connect.bim360.autodesk.com/drones-for-construction-management>
- Holt E.A., Benham J.M, Bigelow B.F. (2015). *Emerging technology in the construction industry: perceptions from construction industry professionals*. 2015 ASEE Annual Conference & Exposition; Seattle, WA, USA.
- Hua, A. K. (2016). Pengenalalan rangka kerja metodologi dalam kajian penyelidikan: Satu Kajian kes. *Journal home page*, 1(1).
- Irizarry, J., Gheisari, M., & Walker, B. N. (2012). Usability assessment of drone technology as safety inspection tools. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 17(12), 194-212.
- Kadir, M. R. A & A. D. F. Price, *Conceptual Phase of Construction Projects*, *International Journal of Project Management*, Vol. 13, No. 6, pp387-393, 199
- Kamal, M. F. M., Hassan, F., Ismail, Z., & Mohd Affandi, H. (2013). Conceptual framework of construction project management major activities. *Advances in Education Research: Psychology, Management and Social Sciences*, 165-170.
- Keane, J. F., & Carr, S. S. (2013). A brief history of early unmanned aircraft. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 32(3), 558-571.

- Kumar, P. P. (2019). Malaysia moves to become a drone hub for Southeast Asia. Dicapai pada Jun 28, 2020 dari <https://asia.nikkei.com/Economy/Malaysia-moves-to-become-a-drone-hub-for-Southeast-Asia>
- Lawson, S (2018). 7 Ways Drones are Improving the Construction Industry. Dicapai pada April 8, 2020 dari <https://www.droneguru.net/7-ways-drones-are-improving-the-construction-industry/>.
- Levy, S. (2010). Construction Process Planning and Management: An Owners' Guide to Successful Project. Butterworth-Heinemann.
- Li, Y., & Liu, C. (2019). Applications of multirotor drone technologies in construction management. *International Journal of Construction Management*, 19(5), 401-412.
- Mahbub, R. (2012). Readiness of a developing nation in implementing automation and robotics technologies in construction: A case study of Malaysia. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 6(7), 858.
- Matthews, K. (2019). 5 Ways Robotics Will Disrupt the Construction Industry in 2019. Dicapai pada April 14, 2020, dari <https://www.roboticsbusinessreview.com/news/5-ways-robotics-will-disrupt-construction-industry-in-2019/>.
- Mahpar, N. (2019). Kementerian Kerja Raya kearah digitalisasi Industri Pembinaan Berita Harian. Dicapai dari: <https://www.bharian.com.my>.
- Opfer, N. D., & Shields, D. R. (2014, June). Unmanned aerial vehicle applications and I issues for construction. In 121st ASEE Annual Conference and Exposition (pp. 1- 16).
- Pastor, E., Lopez, J., & Royo, P. (2007). UAV payload and mission control hardware/software architecture. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 22(6), 3-8.
- Pritchard, L. (2014). Pointer Avionics Sky Hunter406-Main. Dicapai pada 23 Mac, 2020, dari <http://www.skyhunter406.com/news.php?action=display&news=48>.
- Sansons, J. S. (2019). Drone Use in the Construction Industry Leads to Integration into the Current Civil and Construction Engineering Technology Curriculum. Proceedings of the 2019 Conference for Industry and Education Collaboration.
- Tatum, M. C., & Liu, J. (2017, June). Unmanned aerial vehicles in the construction Industry. In Proceedings of the Unmanned Aircraft System Applications in Construction, Creative Construction Conference. Primosten Croatia (pp. 19-22).
- Toole, T. M. (2002). Construction Site Safety Roles. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128, No. 3, June 1, 2002.
- Zaychenko, I., Smirnova, A., & Borremans, A. (2018). Digital transformation: the case of the application of drones in construction. In MATEC Web of Conferences (Vol. 193, p. 05066). EDP Sciences.