

## Peningkatan Tahap Keselamatan di Tapak Bina dengan Pengaplikasian Teknologi Dron

### *Increasing Safety Levels at Construction Sites with the Application of Drone Technology*

Muhammad Naqib Amsyar Mohd Rizal<sup>1</sup>, Md. Asrul Nasid Masrom<sup>1,2\*</sup>, Seow Ta Wee<sup>1,2</sup>, Narimah Kasim<sup>3</sup>, Roshartini Omar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400 MALAYSIA

<sup>2</sup> Center of Sustainable Infrastructure and Environmental Management (CSIEM), Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

<sup>3</sup> Centre of Excellent Project & Facilities Management (ProFMs), Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

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

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.091>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024

Diterima: 30 April 2024

Diterbitkan: 30 Jun 2024

#### Kata Kunci

Teknologi Dron, Meningkatkan Keselamatan, Prestasi Keselamatan, Kawasan Tapak Pembinaan, Risiko

#### Abstrak

Industri pembinaan terkenal dengan persekitaran kerja yang kompleks dan berbahaya, di mana risiko keselamatan berleluasa dan boleh menyebabkan kemalangan, kecederaan, dan juga kematian. Memastikan keselamatan di tapak pembinaan adalah amat penting untuk melindungi kesejahteraan pekerja dan meminimumkan gangguan projek. Salah satu teknologi sedemikian yang telah mendapat perhatian penting ialah teknologi dron. Teknologi dron adalah sebuah pesawat tanpa pemandu (UAV) atau turut dikenali sebagai robot terbang. Pemantauan masa nyata adalah satu lagi aspek penting di mana teknologi dron boleh memberi impak yang besar dalam meningkatkan keselamatan di tapak pembinaan. Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji fungsi penggunaan dron di tapak bina. Lontaran idea yang seterusnya ialah mengenalpasti tahap keselamatan di kawasan tapak bina dengan pengaplikasian dron. Kajian ini menggunakan pendekatan kaedah kualitatif. Kajian ini akan menggunakan kaedah temu bual untuk mendapatkan maklumat. Responden adalah terdiri daripada kontraktor G7 dari. Kajian ini dilakukan di sekitar kawasan Lembah Klang kerana pembangunan di kawasan tersebut sangatlah pesat. Kaedah analisis data yang digunakan adalah kaedah tematik. Hasil daripada kajian menunjukkan berlakunya peningkatan tahap keselamatan di tapak bina dengan pengaplikasian dron. Harapan dari kajian ini adalah penggunaan teknologi dron dalam kalangan industri pembinaan di Malaysia boleh dipertingkatkan untuk memastikan tahap prestasi keselamatan di tapak bina bertambah baik. Penggunaan teknologi ini dapat memudahkan sesuatu urusan kerja di mana ianya dapat mengurangkan masa, tenaga pekerja dan risiko pekerja.

## Keywords

*Drone Technology, Improving Safety, Safety Performance, Construction Site Areas, Risk*

## Abstract

*The construction industry is known for its complex and dangerous work environment, where safety risks abound and can lead to accidents, injuries, and even deaths. Ensuring safety on a construction site is of utmost importance to protect the well-being of workers and minimize project disruptions. One such technology that has gained significant attention is drone technology. Drone technology is an unmanned aerial vehicle (UAV) or also known as a flying robot. Real-time monitoring is another important aspect where drone technology can make a big impact in improving safety on construction sites. The purpose of this study is to examine the function of using drones on construction sites. The next idea is to identify the level of security in the construction site area with the application of drones. This study uses a qualitative approach. This study will use the interview method to obtain information. The respondents are made up of G7 contractors from. This study was conducted around the Klang Valley area because the development in that area is very rapid. The data analysis method used is the thematic method. The results of the study show that there is an increase in the level of safety at the construction site with the application of drones. The hope from this study is that the use of drone technology in the construction industry in Malaysia can be improved to ensure that the level of safety performance at construction sites improves. The use of this technology can facilitate a work matter where it can reduce time, manpower and risk employee.*

## 1. Pengenalan

Industri pembinaan di Malaysia semakin maju dari masa ke semasa. Industri pembinaan semakin maju dari segi teknologi di mana setiap projek yang dilakukan tidak mengambil masa yang terlalu lama seperti tahun sebelumnya sebelum wujudnya teknologi baharu dalam industri pembinaan. Dron merupakan teknologi baharu yang dicipta oleh Amerika di mana teknologi dron sebelum ini digunakan untuk membuat kerja-kerja komersial, pertanian dan sebagainya. Namun pada masa kini dron telah pun diguna pakai dalam industri pembinaan di Malaysia. Penerimaan dan penggunaan teknologi inovatif untuk menambah baik operasi pembinaan. Paling ketara adalah kesihatan dan keselamatan menjadi satu salah satu aspek penting.

Penggunaan teknologi dron dalam sektor pembinaan menjanjikan lebih pantas dan lebih banyak lagi amalan kerja yang diperkemas. Kontraktor yang berfikir ke hadapan sedang melabur dalam pendigitalan operasi mereka dan penggunaan dron dengan keupayaan menyediakan tapak masa nyata maklumat sudah menjadi kenyataan. Menggunakan dron untuk pemeriksaan tapak boleh membantu pembinaan dan pengurus keselamatan mengelak daripada meletakkan pekerja dalam situasi tidak menentu dan keupayaan untuk cepat mengumpul data udara tapak boleh menjadi tidak ternilai (Lawani *et al.* 2022)

### 1.1 Latar Belakang Kajian

Industri pembinaan terkenal dengan persekitaran kerja yang kompleks dan berbahaya, di mana risiko keselamatan berleluasa dan boleh menyebabkan kemalangan, kecederaan, dan juga kematian. Memastikan keselamatan di tapak pembinaan adalah amat penting untuk melindungi kesejahteraan pekerja dan meminimumkan gangguan projek. Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, kemajuan dalam teknologi telah membuka kemungkinan baharu untuk menambah baik amalan keselamatan dalam industri pembinaan. Salah satu teknologi sedemikian yang telah mendapat perhatian penting ialah teknologi dron. Teknologi dron adalah sebuah pesawat tanpa pemandu (UAV) atau turut dikenali sebagai robot terbang. Pesawat berkenaan boleh dikawal sama ada menggunakan alat kawalan atau boleh terbang menggunakan perisian kawalan kapal terbang yang dipasang di dalamnya. (Hazwan, 2016)

Pemantauan masa nyata adalah satu lagi aspek penting di mana teknologi dron boleh memberi impak yang besar dalam meningkatkan keselamatan di tapak pembinaan. Dron yang dilengkapi dengan keupayaan penstriman video langsung dan penghantaran data masa nyata membolehkan penyelia dan kakitangan keselamatan mendapat akses segera kepada aktiviti pembinaan yang sedang dijalankan di tapak. Ini memudahkan pemantauan jauh kemajuan kerja, patuhan kepada protokol keselamatan, dan mengenal pasti sebarang pelanggaran keselamatan. Pemantauan masa nyata membolehkan campur tangan tepat pada masanya, membolehkan tindakan pembetulan segera diambil untuk mengurangkan risiko dan memastikan keselamatan pekerja. (Fentie dan Gijo, 2019)

Tambahan pula, dron boleh digunakan untuk pemeriksaan jauh di kawasan yang mencabar untuk diakses atau berbahaya dalam tapak pembinaan. Kaedah pemeriksaan tradisional selalunya melibatkan pekerja yang mengakses struktur tinggi, atas bumbung, atau ruang terkurung secara fizikal, mendedahkan mereka kepada potensi risiko. Walau bagaimanapun, dron yang dilengkapi dengan kamera dan penderia khusus boleh menavigasi kawasan ini dengan selamat, merakam imej dan video beresolusi tinggi. Ini menghapuskan keperluan untuk pekerja mendedahkan diri mereka kepada potensi bahaya dan menyediakan cara yang cekap untuk menilai integriti struktur, mengenal pasti keperluan penyelenggaraan, dan memastikan pematuhan piawaian keselamatan. (Gikas & Kakogiannis, 2017)

## 1.2 Penyataan Masalah

Menurut (Yusof *et al.* 2020) keselamatan di tapak bina adalah satu isu yang terus dihadapi dalam industri pembinaan. Walaupun banyak langkah keselamatan telah diperkenalkan, terdapat peningkatan dalam kejadian kemalangan dan kecederaan yang terjadi di tapak bina. Kelemahan dalam pematuhan kepada peraturan keselamatan dan kefahaman yang tidak memadai tentang risiko serta langkah-langkah keselamatan di kalangan pekerja telah dikenalpasti sebagai faktor utama penyumbang kepada isu ini. Oleh itu, permasalahan yang perlu diatasi ialah bagaimana meningkatkan pematuhan kepada peraturan keselamatan, meningkatkan kefahaman pekerja tentang risiko, serta mengukuhkan budaya keselamatan di tapak bina bagi mengurangkan risiko kemalangan dan kecederaan dalam industri pembinaan.

Meskipun pelbagai usaha yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan di tapak bina, masih ada pelbagai halangan yang dihadapi. Antaranya adalah kurangnya kesedaran dan kepatuhan terhadap piawaian keselamatan di kalangan pekerja, terutama yang berkaitan dengan penggunaan peralatan pelindung diri dan prosedur keselamatan. Kurangnya pelatihan dan pendidikan keselamatan yang memadai juga menjadi faktor yang mempengaruhi pemahaman dan pematuhan terhadap langkah-langkah keselamatan di tapak bina. Oleh karena itu, permasalahan yang perlu diatasi adalah bagaimana meningkatkan kesedaran, pendidikan, dan kepatuhan terhadap piawaian keselamatan di kalangan pekerja di tapak bina untuk mengurangi risiko kecelakaan dan cedera. (Wong *et al.* 2019).

Menurut (JKKP,2023) sebanyak 585 kes kemalangan berlaku dalam sektor pembinaan di antara tahun 2020 sehingga 2023 bulan Mei. Rekod kematian adalah sebanyak 193 di manakala rekod Tidak Hilang Upaya Kekal (THUK) adalah sebanyak 381 kes. Tidak hilang upaya kekal adalah kemalangan yang berlaku di mana tidak mengalami cacat kekal. Bagi rekod Hilang Upaya Kekal (HUK) pula adalah sebanyak 11 kes di mana mangsa-mangsa ini mengalami cacat kekal. Ini jelas menunjukkan bahawa setiap tahun akan berlakunya kes kemalangan di dalam sektor pembinaan di mana terdapat kemalangan yang boleh meragutkan nyawa seseorang. Oleh itu, tahap prestasi keselamatan perlulah dipertingkatkan untuk mengurangkan kadar kemalangan di dalam sektor pembinaan.

## 1.3 Persoalan Kajian

- (i) Bagaimana teknologi dron berfungsi untuk mengawal keselamatan di tapak bina?
- (ii) Sejauhmana teknologi dron mempengaruhi prestasi keselamatan di tapak bina?

## 1.4 Objektif Kajian

- (i) Mengkaji fungsi penggunaan dron untuk mengawal keselamatan di tapak bina.
- (ii) Mengenalpasti tahap keselamatan di kawasan tapak bina dengan pengaplikasian dron.

## 1.5 Skop Kajian

Kajian ini berfokuskan temu bual di mana responden terdiri daripada pihak industri pembinaan yang menggunakan teknologi dron dalam projek pembinaan mereka. Responden yang akan ditemu bual adalah kontraktor G7 di sekitar Lembah Klang dan kawasan berhampiran yang menggunakan dron bagi tujuan projek pembinaan mereka.

## 1.6 Kepentingan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji fungsi teknologi dron di tapak bina. Selain itu, ianya juga bertujuan untuk mengenalpasti tahap keselamatan di kawasan tapak bina dengan pengaplikasian dron. Kajian ini akan memberi manfaat kepada kontraktor G7 di samping pemain industri pembinaan lain untuk membantu mereka mendapatkan pemahaman dan pengetahuan yang lebih baik mengenai teknologi dron dalam meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak bina. Mudah-mudahan, dengan kehadiran kajian ini, akan ada lebih banyak pemain dalam industri pembinaan yang akan menggunakan teknologi dron untuk meningkatkan lagi tahap keselamatan di kawasan tapak pembinaan.

## 2. Kajian Literatur

### 2.1 Keselamatan di Tapak Bina

Keselamatan di tapak bina merupakan salah satu aspek penting untuk memastikan bahawa tiada sebarang kemalangan atau kecederaan yang berlaku. Pengurusan yang baik boleh menjamin tahap keselamatan di tapak pembinaan. Aktiviti kerja-kerja pembinaan akan menggunakan risiko pekerja. Jadi pengurusan yang baik mampu untuk menangani 2krisis kemalangan yang berlaku di tapak pembinaan. (Jiang *et al.* 2020)

### 2.3 Teknologi Dron

Dron merupakan sebuah teknologi robotik yang berkebolehan untuk terbang ke udara dengan pantas. Dron berpontensi tinggi untuk menambahbaik imej sesebuah syarikat yang menggunakannya kerana teknologi yang terdapat padanya canggih dan boleh memudahkan dan mempercepatkan sesuatu urusan kerja. 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. Dron merupakan teknologi robotik yang telah digunakan bagi menggantikan kren atau helikopter bagi aktiviti menangkap gambar dan video di kawasan pembinaan. Dron mempunyai kupayaan untuk mengambil gambar kerja- kerja semasa proses pembinaan, Video bagi tujuan promosi, tinjauan tapak, gambar tinjauan keselamatan dan pemetaan kontur. (Manzoor *et al.* 2021)

### 2.4 Fungsi Dron

Dron telah menjadi semakin penting dalam pembinaan kerana mereka boleh melaksanakan beberapa tugas berkaitan pembinaan dengan lebih berkesan, pantas, dengan selamat, dan pada kos yang dikurangkan, terutamanya di tempat yang sukar dicapai (Patel *et al.* 2021). Teknologi dron ini mempunyai pelbagai fungsi yang boleh digunakan dalam pembinaan. Sebagai contoh teknologi dron ini boleh menguruskan bahan pembinaan, membuat pemeriksaan dan pemantauan. Pegawai keselamatan boleh membuat pemantauan di sekitar kawasan tapak bina untuk mengenalpasti kawasan yang berisiko berlaku kemalangan adalah tinggi. Selain itu teknologi dron ini juga berfungsi untuk membuat pemantauan keselamatan. Pegawai keselamatan boleh memantau keadaan kawasan tapak bina dan juga boleh memantau pekerja-pekerja yang tidak mengikut peraturan seperti tidak memakai topi keselamatan di mana ianya berfungsi untuk melindungi kepala daripada objek jatuh dari atas yang boleh menyebabkan kecederaan ataupun kebarangkalian untuk maut.

### 2.5 Jenis Dron Dalam Pembinaan

Peneraju industri dron dunia, DJI tidak pernah ketinggalan untuk menghasilkan pelbagai teknologi sama ada membabitkan segmen pengguna biasa ataupun untuk kegunaan industri skala besar. Syarikat itu juga tidak ketinggalan untuk turut serta dalam sektor pemantauan keselamatan, pertanian skala besar dan beberapa lagi pembabitan untuk kegunaan industri. DJI mula memperkenalkan dron untuk kegunaan industri pada 2017 iaitu menerusi model siri Matrice 200. model itu menepati kriteria kepenggunaan profesional seperti bidang pembinaan, pertanian, pemeriksaan, tenaga dan keselamatanawam. Dron milik DJI juga sangat bersesuaian untuk kegunaan industri dan dilengkapi dengan perisian penerbangan seperti "FlightHub". (Muhammad Saufi Hassan, 2019)



Rajah 1 Dron DJI Matrice 200

### 2.6 Fungsi Penggunaan Dron Untuk Mengawal Keselamatan di Tapak Bina

Aplikasi UAV berpotensi dalam industri pembinaan termasuk memantau aktiviti pembinaan, ukur tapak, pemeriksaan visual ke atas lokasi yang sukar dicapai, pemeriksaan keselamatan, interaksi dengan pekerja, dan pengesanan kecacatan dan kerosakan (Mosly, 2017). Mengenai aplikasi keselamatan, menjalankan kajian penilaian kebolegunaan UAV sebagai alat pemeriksaan keselamatan, dan mereka mencadangkan bahawa UAV yang ideal untuk pemeriksaan keselamatan pembinaan perlu mempunyai ciri seperti navigasi autonomi, interaksi vokal, kamera resolusi tinggi dan persekitaran antara muka pengguna kolaboratif.

Menurut (Melo *et al.* 2017) membangunkan pendekatan tiga peringkat untuk mengguna pakai UAV untuk keselamatan pemeriksaan di tapak. Tiga peringkat ini adalah perancangan sasaran yang tertumpu pada mengenal pasti kawasan bahaya keselamatan yang berpotensi berdasarkan pengalaman pekerja, pengumpulan imej oleh UAV dan Analisis imej yang tertumpu pada kualiti pemeriksaan imej dan peraturan keselamatan. Kerja mereka menunjukkan bahawa penggunaan UAV untuk pemeriksaan keselamatan di tapak adalah berguna, terutamanya dari perspektif peningkatan ketelusa keadaan tidak selamat.

#### (a) Pengurusan Bahan Binaan

Pelaksanaan amalan pengurusan bahan binaan yang baik dapat meningkatkan produktiviti dalam projek pembinaan. Pengurusan bahan binaan yang sistematik dapat memudahkan pelaksanaan kerja di tapak pembinaan. Menurut (Hubberd *et al.* 2015) penggunaan dron dapat membantu dalam membuat pengesanan bahan binaan menggunakan "Radio-Frequency Identification" (RFID). Penggunaan teknologi ini dapat memantau stok bahan binaan yang masuk dan juga dapat mengelakkan daripada berlakunya kecurian.

#### (b) Pengawasan Kawasan Sekitar

Menurut (Lawani *et al.* 2022) daripada meminta pengurus pembinaan atau keselamatan menjalankan pemeriksaan kawasan sekitar dengan berjalan kaki, penggunaan teknologi dron sangat bermanfaat untuk digunakan. Juruterbang dron terlatih sepenuhnya mempunyai keupayaan untuk mengendalikan dron dengan selamat dengan mengumpul maklumat tapak pada masa nyata. Secara tidak langsung dapat mengurangkan risiko kepada setiap pekerja di tapak pembinaan.

#### (c) Fotografi dari Udara

Penggunaan dron memberikan banyak faedah kepada syarikat-syarikat pembinaan yang terdapat di Malaysia. Dron mempunyai kualiti kamera di mana mampu untuk mendapatkan hasil gambar atau video yang jelas. Hasil gambar yang didapatkan menggunakan dron dapat membantu memudahkan urusan pekerja dalam membuat rutin pemantauan dan pemeriksaan. Oleh itu penggunaan teknologi dron sebagai alat perantara untuk pemeriksaan tapak dan maklum balas pada masa yang tepat adalah tambahan kelebihan ciri seperti keupayaan untuk menangkap gambar dan video di tapak bina, pembuatan keputusan dan perancangan keselamatan tapak bina. (Lawani *et al.* 2022)



Rajah 2 Imej dari udara menggunakan dron

## 2.7 Meningkatkan Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina dengan Pengaplikasian Dron



### (a) Pemantauan (Aktiviti Pekerja)

Secara khususnya, terjatuh adalah antara penyebab utama kematian pekerja pembinaan. Terdapat tempat di tapak pembinaan yang terlalu berbahaya bagi seseorang untuk masuk. Walaubagaimanapun, dron dalam pembinaan boleh terbang dan catat semua keadaan kawasan berbahaya untuk memberikan maklumat penting yang akan membantu tentukan cara bagaimana untuk menanganinya. Dron membantu pengurus keselamatan menyedari situasi yang tidak selamat di tapak bina. Dron boleh digunakan untuk mengumpulkan sebarang maklumat berkaitan keselamatan dari pelbagai sudut. Sebagai contoh pemeriksaan visual penggunaan topi keselamatan dan peralatan perlindungan diri, memantau operasi yang berterusan untuk mencegah bahaya, memantau keadaan pekerja dalam projek tapak, lokasi dan orientasi pembinaan. Mereka mendapati tapak pembinaan boleh dipantau dengan mudah dan terus dengan dron yang mempunyai kamera dan alat pemancar. Dengan itu interaksi segera dengan pekerja binaan dan kakitangan keselamatan boleh disediakan. (Yildiz *et al.* 2021)



**Rajah 3** Imej dari dron yang menunjukkan pekerja tidak memakai sebarang alat perlindungan diri (PPE)

### (b) Pemeriksaan (Kawasan Tapak Bina)

Pentadbiran Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (OSHA) secara khusus menghendaki majikan seperti kontraktor bertanggungjawab untuk menyediakan pekerja tempat yang selamat untuk bekerja. Pengurus keselamatan mempunyai banyak tanggungjawab yang berbeza yang berkaitan dengan mencapai matlamat ini. Tumpuan projek penyelidikan sekarang adalah mengenai keselamatan pemeriksaan yang merupakan salah satu tanggungjawab utama pengurus keselamatan. Pengurus keselamatan harus memerhatikan pekerja, kaedah sebenar, keadaan tapak sebenar secara kerap. Oleh itu, tugas pengurus keselamatan dapat ditakrifkan sebagai kerap berjalan di sekitar tempat kerja dan mendapatkan data melalui pemerhatian langsung dan interaksi dengan pekerja. Data ini akan digunakan sebagai input dalam membuat sebarang keputusan (Irizarry *et al.* 2012). Dron membantu pengurus keselamatan menyedari situasi atau lokasi yang tidak selamat dari projek. Dron boleh memberi amaran dengan segera yang relevan kepada pihak berkepentingan mengenai kemalangan dan mengetahui lokasi kemalangan dan pekerja yang cedera. (Patel, 2021)

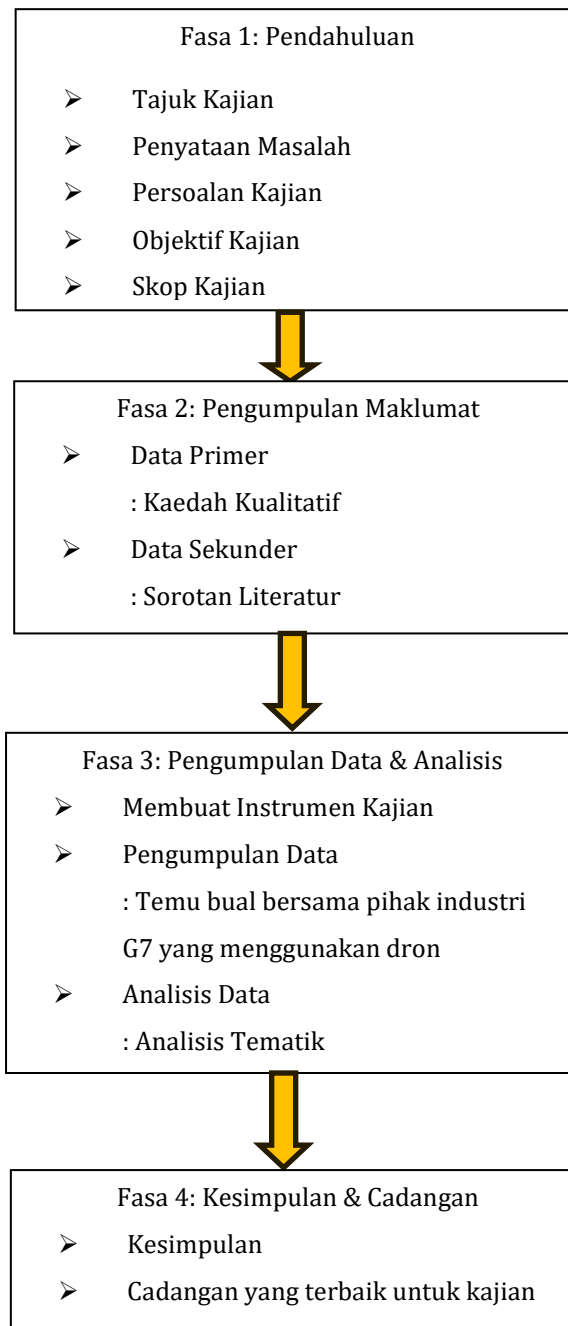
### (c) Struktur Bangunan (Bangunan Pencakar Langit)

Pemeriksaan bangunan dan struktur secara amnya diterima bahawa kepelbagaian dron yang akan digunakan adalah terutamanya dalam bidang amatir, profesional, komersial yang tergantung pada risiko kerja tersebut. Dron telah pun dibuat pendirian dalam industri pembinaan iaitu apabila digunakan dalam pemeriksaan visual struktur berskala besar dan menyumbang kepada keselamatan yang lebih baik (Jorge, 2021). Memantau infrastruktur yang ada juga sangat penting untuk menentukan sama ada ianya selamat untuk terus digunakan. Sebagai contoh, jurutera lapangan dan juruteknik menjalankan pemeriksaan rutin struktur bangunan yang dijadualkan untuk menentukan kesesuaian keadaan fizikal. Kaedah yang paling banyak digunakan secara biasa adalah pemeriksaan secara visual. Masalah lain yang dialami semasa pemeriksaan struktur bangunan yang tinggi adalah risiko keselamatan pekerja. Pemeriksa secara amnya memerlukan jentera atau perancah untuk memeriksa kawasan di mana akses terhad atau berbahaya. Dron dapat memberikan pemeriksaan yang baik tanpa memerlukan jentera berat dan perancah yang besar. Kestabilan struktur boleh diperiksa oleh dron yang terbang di sekeliling mereka dan mengambil imej resolusi tinggi untuk dianalisis. Sensor haba boleh digunakan untuk mengesan kebocoran haba, tempat sejuk, dan mana-mana isu elektrik. (Irizarry *et al.* 2012)

## 3.0 Metodologi Kajian

### 3.1 Proses Kajian

Bahagian ini menerangkan elemen kajian yang digunakan untuk memberi pemahaman yang lebih baik kepada pembaca. Bahagian ini mempunyai empat fasa iaitu pendahuluan, pengumpulan maklumat, pengumpulan data dan analisis dan kesimpulan dan cadangan.



**Rajah 4** Proses Kajian

### 3.2 Reka Bentuk Kajian

Kaedah kajian kualitatif akan digunakan dalam kajian ini. Kajian kualitatif adalah kajian yang luas yang merangkumi pelbagai teknik. Penemuan utama kaedah penyelidikan kualitatif adalah bernilai dalam menyediakan penerangan yang kaya tentang fenomena kompleks yang menjejaki peristiwa unik atau tidak

dijangka atau menerangi pengalaman dan tafsiran peristiwa oleh pelakon yang mempunyai kepentingan dan peranan yang berbeza secara meluas dan memberi suara kepada mereka yang pandangannya jarang didengari. Dengan menjalankan penerokaan awal untuk membangunkan teori dan menjana dan juga menguji hipotesis dan bergerak ke arah penjelasan. (Vindrola-Padros, 2020)

### 3.3 Kaedah Pengumpulan Data

Kaedah pengumpulan data yang digunakan dalam kajian ini adalah kaedah analisis tematik. Analisis Tematik (TA) ialah kaedah untuk mengenal pasti dan menganalisis corak makna dalam set data. Ia menggambarkan tema mana yang penting dalam penerangan tentang fenomena yang dikaji. Hasil akhir analisis tematik harus menunjukkan bentuk makna yang paling menonjol yang terdapat dalam set data. Bentuk tersebut termasuk dimensi afektif, kognitif dan simbolik. Jika seseorang melihat bagaimana mereka yang tidak mengambil perkhidmatan profesional kesihatan mental. Sebagai contoh, analisis tematik temu bual dengan sampel orang tersebut yang dipilih dengan teliti akan mendedahkan bagaimana mereka mewakili pelbagai profesional kesihatan mental. Seterusnya, akan mendedahkan perkara yang menjauhkan mereka daripada perkhidmatan yang ditawarkan oleh mereka seperti ahli psikoterapi dan ahli psikologi. Oleh itu, analisis tematik boleh memanfaatkan pemacu nyata dan terpendam mengenai isu seperti pengambilan perkhidmatan profesional kesihatan mental. (David & Thompson, 2011)

### 3.4 Populasi dan Kaedah Persampelan

Populasi merujuk kepada sekumpulan individu, objek atau benda kejadian yang mempunyai ciri-ciri yang sama yang ingin dikaji. Setiap individu atau objek dalam sesuatu populasi berkemungkinan berbeza-beza dalam banyak segi, namun ianya mestilah mempunyai tidak kurang daripada satu ciri yang sama. Manakala persampelan merupakan pengambilan sebahagian pecahan daripada suatu populasi sebagai mewakili populasi tersebut (Rohana Yusof, 2004). Dalam kajian ini, sasaran populasi tertumpu kepada kontraktor Gred 7 (G7) di Lembah Klang dan berhampiran dengannya yang berdaftar dengan Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB). Gred G7 membolehkan kontrakto menjalankan amaun projek tanpa had.

### 3.5 Pembangunan Instrumen Kajian

Dalam bab ini, instrumen kajian merujuk kepada alat yang digunakan oleh penyelidik untuk mengumpul atau mendapatkan data, mengukur data, dan menganalisis data yang relevan dengan subjek kajian. Dalam bab ini, termasuk dengan kajian rintis, soalan temu bual dan juga protokol temu bual yang akan digunakan oleh pengkaji.

#### (a) Kajian Rintis

Kajian rintis ialah kajian kemungkinan kecil yang direka bentuk untuk menguji pelbagai aspek kaedah yang dirancang untuk yang lebih besar, lebih ketat, atau pengesahan kajian. Tujuan utama seorang pengkaji bukan untuk menjawab soalan kajian yang khusus tetapi untuk menghalang penyelidik daripada melancarkan Kajian berskala besar tanpa pengetahuan yang mencukupi tentang kaedah yang dicadangkan pada dasarnya. Kajian rintis dijalankan untuk mengelakkan berlakunya kecacatan dalam kajian yang boleh merosakkan hasil kajian yang dibuat (Lowe, 2019). Kajian rintis ini digunakan untuk membantu proses temu bual dan juga soalan temu bual yang akan ditanya. Fokus kajian semula soalan temu bual adalah untuk memastikan set soalan yang sesuai untuk memenuhi objektif kajian. Kajian rintis memberikan gambar yang sebenar kepada pengkaji tentang proses temu bual sebenar.

#### (b) Soalan Temu Bual

Selepas kajian rintis telah dilakukan, satu set soalan temu bual telah pun disediakan untuk digunakan. Soalan temu bual ini telah dibahagikan kepada tiga bahagian. Jadi setiap objektif kajian akan tercapai. Tiga bahagian soalan temu bual adalah seperti berikut:

Bahagian A: Latar Belakang Responden

Bahagian B: Mengkaji fungsi penggunaan dron untuk mengawal keselamatan di tapak bina

Bahagian C: Mengenalpasti tahap keselamatan di tapak bina dengan pengaplikasian dron



Pada bahagian A, soalan demografi tentang responden diminta untuk mengumpulkan latar belakang responden. Soalan yang ditanya dalam bahagian ini termasuk nama, jawatan, pengalaman kerja dan pengalaman menggunakan dron. Bahagian ini menunjukkan responden yang sesuai untuk ditemu bual berkaitan teknologi dron terutama dalam aspek keselamatan. Pertanyaan terbuka direka bentuk supaya responden mampu untuk menjawab soalan yang diajukan. Di samping itu, bahagian B adalah objektif pertama iaitu mengkaji fungsi penggunaan dron untuk mengawal keselamatan di tapak bina. Akhir sekali bahagian C adalah objektif kedua iaitu mengenalpasti tahap keselamatan di tapak bina dengan pengaplikasian dron.

(c) Protokol Temu Bual

Penyelidik kualitatif boleh mengukuhkan kebolehpercayaan protokol temu bual mereka sebagai instrumen dengan memperhalusnya melalui rangka kerja IPR Dengan mempertingkatkan kebolehpercayaan protokol temu bual, penyelidik boleh meningkatkan kualiti data yang mereka peroleh daripada temu bual penyelidikan. Tambahan pula, rangka kerja IPR boleh menyediakan penyelidik kualitatif dengan bahasa yang dikongsi untuk menunjukkan langkah-langkah ketat yang diambil bertujuan membangunkan protokol temu duga dan memastikan keselarasan mereka dengan kajian yang dijalankan (Jones *et al.* 2014). Terdapat empat fasa yang digunakan dalam protokol temu bual ini. Berikut merupakan empat fasa yang digunakan dalam protokol temu bual:

Fasa 1: Memastikan soalan temu bual sejajar dengan soalan kajian,

Fasa 2: Membina perbualan berasaskan pertanyaan,

Fasa 3: Menerima maklum balas mengenai protokol temuduga

Fasa 4: Merintis protokol temuduga.

## 4.0 Analisis Data dan Dapatan Kajian

### 4.1 Pengenalan

Bahagian ini menunjukkan data yang dianalisis setelah dikumpul daripada responden melalui kaedah kualitatif. Data yang dikumpul adalah daripada tiga responden yang berbeza syarikat yang mempunyai gred G7. Kesemua responden terlibat dalam penggunaan teknologi dron dalam projek pembinaan. Temu bual dijalankan melalui dua kaedah iaitu secara bersemuka dan juga secara dalam talian.

### 4.2 Analisis Data

Analisis data ialah proses mengubah, membersihkan dan memodelkan data mentah yang diterima daripada responden untuk mengenali maklumat yang berguna untuk dijadikan penyelidikan. Tujuan analisis data adalah untuk membolehkan pengkaji membua kesimpulan tentang data yang telah dianalisis.

(a) Latar Belakang Responden

Latar belakang responden adalah termasuk nama, jawatan, nama syarikat, pengalaman bekerja dan pengalaman menggunakan dron. Kesemua maklumat yang diperolehi ini dapat mengesahkan bahawa responden merupakan orang di dalam industri pembinaan dan dapat meyakinkan maklum balas yang diterima semasa sesi temu bual. Bahagian A pada instrumen kajian membenarkan pengkaji untuk mengumpul maklumat tentang demografi responden. Jadual 1 menggambarkan latar belakang responden untuk penyelidikan ini.

**Jadual 1** Latar Belakang Responden

| Responden | Syarikat | Jawatan            | Pengalaman Bekerja | Pengalaman Menggunakan Dron |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| R1        | A        | Pengurus Kontrak   | 23 Tahun           | 3-4 Tahun                   |
| R2        | B        | Jurutera Perancang | 8 Tahun            | 1-3 Tahun                   |
| R3        | C        | Penyelia Tapak     | 12 Tahun           | 3-4 Tahun                   |

Merujuk kepada jadual di atas, kesemua responden diwakili dengan huruf "R" manakala syarikat pula diwakili dengan huruf A, B dan C. Kesemua responden ini mempunyai pengalaman dalam menggunakan teknologi dron dalam aspek keselamatan.

#### 4.3 Fungsi Penggunaan Dron untuk Mengawal Keselamatan di Tapak Bina

Berdasarkan jadual di bawah, ianya menunjukkan bahawa responden telah memberikan pendapat masing-masing tentang kelebihan atau kegunaan dron di tapak pembinaan. Maklum balas yang diberikan oleh responden adalah berbeza tentang kesesuaian penggunaan dron di tapak bina. Terdapat tiga jenis fungsi penggunaan dron yang telah dibincangkan bersama responden dan mereka telah memberikan jawapan atau pandangan masing-masing. Antara fungsi penggunaan dron di tapak bina yang dibincangkan adalah pengurusan bahan binaan, pengawasan kawasan sekitar dan akhir sekali ialah fotografi udara.

**Jadual 2** Fungsi Penggunaan Dron untuk Mengawal Keselamatan di Tapak Bina

| Fungsi Penggunaan Dron Di Tapak Bina | R1 | R2 | R3 |
|--------------------------------------|----|----|----|
| Pengurusan Bahan Binaan              | ✓  |    | ✓  |
| Pengawasan Kawasan Sekitar           | ✓  | ✓  | ✓  |
| Fotografi Udara                      | ✓  | ✓  | ✓  |

Berdasarkan jadual 4, ianya menunjukkan bahawa fungsi penggunaan dron di tapak bina berkesan. Kesemua responden bersetuju untuk fungsi yang kedua dan ketiga iaitu pengawasan sekitar dan fotografi udara. Bagi fungsi yang kedua pula ianya mempunyai perbezaan pendapat antara responden di mana responden 1 dan 3 bersetuju dan responden kedua tidak bersetuju. Menurut (Umar, 2020) aplikasi dron yang paling biasa direspon oleh responden adalah fotografi untuk tujuan pemasaran diikuti dengan aplikasi ukur dan kualiti pemeriksaan. Kebolehergerakan kamera ialah ciri teknikal yang dinilai tinggi yang diperlukan untuk pemeriksaan berkaitan dengan keselamatan. Keputusan objektif pertama tercapai di mana responden memberikan respon yang positif di mana fungsi penggunaan dron boleh digunakan di tapak bina.

#### 4.4 Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina dengan Pengaplikasian Dron

Berdasarkan jadual di bawah, kesemua responden telah memberikan maklum balas yang positif tentang tahap keselamatan di kawasan tapak bina dengan pengaplikasian dron. Kesemua isu yang dibincangkan dan jawapan atau maklum balas yang diterima hampir sama. Terdapat tiga jenis tahap keselamatan yang diulaskan ketiak sesi temu bual iaitu pemantauan, pemeriksaan dan struktur bangunan. Kesemua responden yang telah ditemu bual telah memberikan pandangan atau pendapat masing-masing tentang tahap keselamatan ini di tapak pembinaan.

**Jadual 3** Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina Dengan Pengaplikasian Dron

| Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina Dengan Pengaplikasian Dron | R1 | R2 | R3 |
|--|----|----|----|
| Pemantauan (Aktiviti Pekerja)                                      | ✓  | ✓  | ✓  |
| Pemeriksaan (Kawasan Tapak Bina)                                   | ✓  | ✓  | ✓  |
| Struktur Bangunan (Bangunan Pencakar Langit)                       | ✓  | ✓  | ✓  |

Berdasarkan jadual 5, kesemua responden memberikan maklum balas yang sangat positif di mana terdapat peningkatan tahap keselamatan di tapak bina dengan pengaplikasian dron. Keselamatan di tapak pembinaan sangatlah penting di mana ianya boleh menjaga reputasi syarikat. Penggunaan dron boleh menjadi cara yang berdaya maju untuk mengesan dan membetulkan masalah tepat pada masanya sekali gus dapat mengelakkan kemalangan di tapak pembinaan. Kenderaan Udara Tanpa Pemandu (UAV) boleh mengurangkan masa yang digunakan dalam pemantauan dan boleh meningkatkan prestasi keseluruhan projek dan menyelaraskan tindak balas proses kepada potensi risiko. Penggunaan dron dapat menambah baik aktiviti yang berkaitan dengan keselamatan tapak pembinaan serta dapat mengenal pasti situasi berbahaya. Peningkatan prestasi keselamatan yang timbul daripada penggunaan dron dapat mengurangkan kemalangan di tapak pembinaan. (Maria *et al.*, 2023). Keputusan kajian menunjukkan kajian ini telah mencapai objektif yang kedua di mana pengaplikasian dron di tapak bina dapat meningkatkan tahap keselamatan di tapak bina.

#### 4.5 Perbincangan

Berdasarkan data yang dikumpul dan tinjauan literatur, pengkaji boleh mengatakan bahawa fungsi dron ini dapat membantu untuk meningkatkan tahap keselamatan di tapak pembinaan. Kesemua maklum balas yang diterima menunjukkan respon yang positif daripada responden.

Teknologi dron boleh dianggap sebagai kemajuan teknologi baru yang telah mula digunakan dalam industri pembinaan. Walau bagaimanapun, dalam industri pembinaan penggunaan dron masih terhad dan memerlukan kajian yang lebih mendalam untuk membolehkan penggunaan yang lebih meluas dalam industri pembinaan terutamanya dalam aspek keselamatan (Tatum & Liu, 2017).

Menurut (Umar, 2020) aplikasi dron yang paling biasa direspon oleh responden adalah fotografi untuk tujuan pemasaran diikuti dengan aplikasi ukur dan kualiti pemeriksaan. Kebolehergerakan kamera ialah ciri teknikal yang dinilai tinggi yang diperlukan untuk pemeriksaan berkaitan dengan keselamatan. Begitu juga "bekerja berhampiran sudut tepi yang tidak dilindungi oleh sebarang alatan keselamatan" ialah aplikasi dron bertaraf tinggi untuk tugas berkaitan keselamatan. Peningkatan prestasi keselamatan bukan sahaja demi kepentingan pembinaan yang lebih besar tetapi juga boleh mengelakkan kelewatan yang berlaku disebabkan oleh kemalangan. Prestasi keselamatan yang ditingkatkan dapat mengurangkan kemalangan di tapak pembinaan dan dengan itu dapat mengurangkan kecederaan dan kecacatan yang disebabkan oleh kemalangan tersebut. Penggunaan dron dalam tugas berkaitan dengan keselamatan adalah satu penyelesaian utama yang boleh membawa kita kepada prestasi keselamatan yang lebih baik.

Penggunaan dron boleh menjadi cara yang berdaya maju untuk mengesan dan membetulkan masalah tepat pada masanya sekali gus dapat mengelakkan kemalangan di tapak pembinaan. Kenderaan Udara Tanpa Pemandu (UAV) boleh mengurangkan masa yang digunakan dalam pemantauan dan boleh meningkatkan prestasi keseluruhan projek dan menyelaraskan tindak balas proses kepada potensi risiko. Penggunaan dron dapat menambah baik aktiviti yang berkaitan dengan keselamatan tapak pembinaan serta dapat mengenal pasti situasi berbahaya. Peningkatan prestasi keselamatan yang timbul daripada penggunaan dron dapat mengurangkan kemalangan di tapak pembinaan. (Maria *et al.* 2023)

## 5.0 Kesimpulan dan Cadangan

### 5.1 Obektif Kajian 1: Mengkaji Fungsi Penggunaan Dron untuk Mengawal Keselamatan di Tapak Bina

Teknologi dron mempunyai begitu banyak potensi untuk dilaksanakan dalam industri pembinaan. Dron mempunyai fungsi yang boleh membantu kerja-kerja di tapak pembinaan. Maklum balas daripada responden menunjukkan kesan yang positif tentang fungsi dron yang boleh kita gunakan semasa berada di tapak pembinaan untuk memudahkan sesuatu urusan kerja.

Hasil daripada pengumpulan data menunjukkan dua fungsi kegunaan dron di tapak pembinaan yang menjadi pilihan ketiga-tiga responden ialah pengawasan kawasan sekitar dan fotografi udara. Bagi fungsi pengurusan bahan binaan pula mempunyai perbezaan pendapat antara responden. Menurut (Ismail, 2023) Dengan menggabungkan pengawasan dron yang terkini, kamera di lokasi, sensor, penglihatan komputer, dan teknologi pengecaman imej, tapak pembinaan kini boleh dipantau secara lebih menyeluruh. Sistem berkuasa AI membolehkan sebarang bahaya atau pelanggaran protokol dapat dikenal pasti dengan cepat dan seterusnya dapat memberikan amaran. Ini memastikan pengurus tapak boleh mengambil langkah yang perlu untuk membetulkan sebarang situasi yang meletakkan pekerja dalam risiko bahaya. Keupayaan dron untuk menangkap data seperti imej atau video dari pandangan udara dan pelbagai sudut yang menjadikan teknologi dron praktikal ke arah keselamatan.

Teknologi utama yang terdapat pada dron sudah tentu keupayaan kameranya untuk mendapatkan hasil gambar atau imej yang jelas. Dron juga dilengkapi beberapa sistem keselamatan lain seperti sensor. Penggunaan dron dapat memberikan banyak manfaat kepada syarikat-syarikat pembinaan yang telah bertukar daripada penggunaan kren dan helikopter kepada penggunaan dron dan kamera berkualiti tinggi bagi tujuan pengambilan gambar dan video pembangunan (Danielak, 2018). Kamera yang mempunyai resolusi tinggi pada dron mampu untuk memberikan data yang tepat untuk mengesan risiko yang akan berlaku.

Teknologi dron juga mempunyai ciri-ciri sistem yang canggih seperti "Radio -Frequency Identification" (RFID). Teknologi ini dapat mengesan kemasukan stok yang masuk ke tapak pembinaan. Pengurusan bahan binaan penting untuk memastikan kawasan pengumpulan barang tidak mendatangkan risiko yang tinggi.

### 5.2 Obektif Kajian 2: Mengenalpasti Tahap Keselamatan di Tapak Bina dengan Pengaplikasian Dron

Data yang dikumpul pada bahagian C instrumen kajian adalah mengenai tahap keselamatan di tapak bina dengan pengaplikasian dron. Kesemua responden memberikan maklum balas yang positif dan juga pendapat mereka juga lebih kurang sama antara satu sama lain. Ini jelas menunjukkan bahawa penggunaan teknologi dron dalam pembinaan terutamanya dalam aspek keselamatan memberikan impak yang positif. Tahap keselamatan di kawasan tapak pembinaan dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi dron dan sistem yang terdapat padanya.

Pemantauan dapat dilakukan mudah hanya dengan menggunakan dron. Menurut (Lawson, 2019) pemantauan semasa pengawalan keselamatan adalah salah satu elemen penting bagi memastikan keadaan tapak bina selamat dan terhindar daripada sebarang risiko berbahaya. Penggunaan teknologi dron dapat membuat pemantauan awal sebelum proses kerja dilakukan. Jika terdapat sebarang kawasan yang berisiko tinggi, tindakan awal perlu di ambil bagi mengelakkan sebarang kemalangan berlaku di tapak pembinaan. Teknologi tanpa wayar yang disertakan perisian seperti dron membolehkan pengurus keselamatan untuk mengawasi setiap pekerja dan mesin menerusi komputer riba atau telefon pintar selain daripada menilai keadaan semasa di bawah. (Awani, 2023). Ia juga boleh digunakan semasa pembinaan untuk memantau kemajuan, mengenal pasti kawasan di mana kerja perlu dilakukan, dan memastikan semua pekerja mematuhi protokol keselamatan. (Ismail, 2023)

Penggunaan dron dalam industri pembinaan telah terbukti keberkesannya. Dron boleh digunakan untuk meninjau tapak sebelum sebarang kerja dimulakan, memberikan gambaran keseluruhan terperinci tentang rupa bumi, dan mengenal pasti sebarang potensi bahaya. Faedah utama daripada pengawasan berkuasa AI dalam pembinaan ialah keupayaan untuk menganalisis data dan mengenal pasti perkembangan trend. Dengan memetakan potensi bahaya dan menganalisis tingkah laku di tapak pembinaan, AI boleh mengenal pasti kawasan masalah, membuat amaran dan mewujudkan langkah pembetulan untuk meningkatkan keselamatan di tapak. (Ismail, 2023). Pendekatan ini berpandukan data ini dapat memastikan pengurus tapak boleh membuat keputusan bijak tentang bila dan di mana untuk melaksanakan langkah pencegahan, mengurangkan risiko kemalangan dan kecederaan.

Kecacatan dan kerosakan pada bangunan adalah perkara lazim yang terjadi pada bangunan. Oleh itu, setelah bangunan siap dibina, kerja-kerja penyelenggaraan haruslah diambil kira bagi memastikan bangunan sentiasa dalam keadaan yang baik. (Saifullizan *et al.*, 2015). Dron berfungsi untuk mendapatkan gambar yang jelas dari pandangan udara. Melalui gambar tersebut keretakan atau masalah lain yang terdapat pada bangunan boleh dikesan dengan cepat. Risiko dapat dikurangkan kerana tiadanya pekerja yang perlu naik ke atas bangunan untuk memeriksa struktur bangunan tersebut

### 5.3 Sumbangan kepada Industri dan Badan Pendidikan

Berdasarkan keputusan penemuan, terdapat banyak cara yang boleh membantu dron dalam industri pembinaan terutamanya dalam aspek keselamatan. Terdapat juga fungsi lain yang dapat menarik minat pemain industri untuk menggunakan dron bagi meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak pembinaan. Jadi, sumbangan penyelidikan ini terhadap industri pembinaan adalah seperti berikut:

- I. Firma pembinaan boleh mendedahkan pendekatan awal tentang fungsi dron yang boleh digunakan dalam industri pembinaan bagi memudahkan sesuatu urusan kerja.
- II. Tahap keselamatan dapat ditingkatkan dengan menggunakan teknologi dron kerana dapat mengurangkan risiko pekerja.

Sumbangan kepada Badan Pendidikan:

- I. Terokai manfaat yang dapat diperolehi dengan menggunakan fungsi yang terdapat pada teknologi dron.
- II. Dapat memberikan penilaian tahap keselamatan di tapak pembinaan dengan pengaplikasian dron.

### Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia di atas segala sokongan yang diberi.

### Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

### Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Muhammad Naqib Amsyar Mohd Rizal, Md. Asrul Nasid Masrom; **pengumpulan data:** Muhammad Naqib Amsyar Mohd Rizal; **analisis dan interpretasi hasil:** Muhammad Naqib Amsyar Mohd Rizal; **penyediaan draf manuskrip:** Muhammad Naqib Amsyar Mohd Rizal, Md. Asrul Nasid Masrom, Seow Ta Wee, Narimah Kasim, Roshartini Omar. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

**Lampiran A: Infografik Kajian**



Rujukan



- Alsamarraie, M. M., Ghazali, F., Hatem, Z. M., & Alhamza Yassin Flaih. (2022). A Review on The Benefits, Barriers Of The Drone Employment In The Construction Site. *Jurnal Teknologi*, 84(2), 121–131.
- Azizan, N. N. N., & Abd Rahim, M. H. I. (2023). Kajian Potensi Dron Terhadap Penyelesaian Keselamatan dan Kesehatan Pekerjaan di Tapak Pembinaan. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1322–1334.
- Astroawani.com. (2023). <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/guna-teknologiterbaru-untuk-awasi-tempat-pembinaan-niosh-189357>
- Cheung, S. O., & Pang, K. H. Y. (2013). Anatomy of Construction Disputes. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 15–23. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000)
- David Harper, & Thompson, A. R. (2011). Qualitative Research Methods in Mental Health and Psychotherapy. <https://doi.org/10.1002/9781119973249>
- Fentie, B., & Gijo, E. (2019). Applications of drones in the construction industry: a review. *Automation in Construction*, 101, 66–81.
- Filho, A.P.G., Mateus, C.C.S., Oliveira, D.S.V, Andrade, E.G. & Muniz, M.P. 2002. The Impacts of Human Factors in Fatal Workplace Accidents. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM)*, 1–8.
- Gikas, V., & Kakogiannis, D. (2017). The use of small UAVs and photogrammetric software for topographic surveying in archaeological sites. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2), 107–112.
- Hadikusumo, B.H.W., Jitwasinkul, B. & Memon, A.Q. 2017. Role of Organizational Factors Affecting Worker Safety Behavior: A Bayesian Belief Network Approach. *Procedia Engineering* 171: 131–139.
- Hamilton, A. B., & Finley, E. P. (2019). Qualitative methods in implementation research: An introduction. *Psychiatry Research*, 280, 112516–112516. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112516>
- Hubbard, B., Wang, H., Leasure, M., Ropp, T., Lofton, T., Hubbard, S., & Lin, S. (2015, April). Feasibility study of UAV use for RFID material tracking on construction sites. In *51st ASC Annual international conference proceedings* (pp. 669–676).
- Irizarry, J., Gheisari, M., and Walker, B. N. 2012. Usability assessment of drone technology as safety inspection tools. *Journal of Information Technology in Construction*, 17: 194–212.
- Ismail. (2023, August 17). Masa Hadapan Untuk Keselamatan Tapak Pembinaan |CIDB HQ. CIDB HQ.
- Jiang, W., Ding, L., & Zhou, C. (2020). Cyber physical system for safety management in smart construction site. *Engineering, Construction and Architectural Management*; <https://www.semanticscholar.org/paper/Cyber-physical-system-for-safety-management-in-site-JiangDing/>
- Jones, S. R., Torres, V., & Arminio, J. (2014). Issues in analysis and interpretation. In *Negotiating the complexities of qualitative research in higher education: Fundamental*
- Jorge Furtado Falorca, Nascimento, P., & João Lanzinha. (2021). New trends in visual inspection of buildings and structures: Study for the use of drones. *Open Engineering*, 11(1), 734–743. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0071> elements and issues (2nd ed., pp. 157–173). New York, NY: Routledge.
- Laman Web Rasmi Jabatan Keselamatan dan Kesehatan Pekerjaan Malaysia – Statistik Kemalangan Pekerjaan 2023. (2023). *Dosh.gov.my*. <https://www.dosh.gov.my/index.php/ms/statistik/occupational-accidentstatistics/statistik-kemalangan-pekerjaan-2023>
- Lawani, K., Hare, B., Cameron, I., Hamid Homatash, & Campbell, J. H. (2022). Designing Drone Game for Construction Site Inspection. 7. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.771703>
- Lowe, N. K. (2019). What Is a Pilot Study? 48(2), 117–118. <https://doi.org/10.1016/j.jogn.2019.01.005>
- Li, Y., & Liu, C. (2018). Applications of multirotor drone technologies in construction management. *International Journal of Construction Management*, 19(5) 401412. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452101>
- Maria, Mendes, F., Y. Póvoas, Lucas Rodrigues Cavalcanti, Letícia, B., Bezerra, S., Andrade, B., Guilherme, Vila, L., & Braga, F. (2023). Use of unmanned aerial vehicles for safety inspection at construction sites: a systematic literature review. *Concilium*
- Manzoor, B., Othman, I., Juan Carlos Pomares, & Chong, H. (2021). A Research Framework of Mitigating Construction Accidents in High-Rise Building Projects via Integrating Building Information Modeling with Emerging Digital Technologies. *Applied Sciences*, 11(18), 8359–8359.
- Melo, R. R. S. de, Costa, D. B., Álvares, J. S., and Irizarry, J. 2017. Applicability of unmanned aerial system (UAS) for safety inspection on construction sites. *Safety Science*, Elsevier, 98: 174–185.
- Mosly, I. 2017. Applications and Issues of Unmanned Aerial Systems in the Construction Industry. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 6(6): 235–239.
- Muhammad Saufi Hassan. (2019, February 7). Teknologi dron dipertingkat. *Harian Metro*; *New Straits Times*. <https://www.hmetro.com.my/itmetro/2019/02/420468/teknologi-dron-dipertingkat>

- Nawi, S. R., & Abidin, R. (2017). Kesedaran terhadap amalan keselamatan dalam kalangan pekerja di tapak pembinaan.
- Patel, U., Raichura, C., & Pitroda, J. R. (2021). Construction safety management in construction project. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 9, 435-440. 65
- Patel, T., Suthar, V., and Bhatt, N. (2021) "Application of Remotely Piloted Unmanned Aerial Vehicle in Construction Management." Springer Singapore, 319-329.
- Tatum, M. C., & Liu, J. (2017). Unmanned Aircraft System Applications in Construction. *Procedia Engineering*, 196, 167-175.
- Vindrola-Padros, C. (2020). Rapid Techniques in Qualitative Research: A Critical Review of Literature - Cecilia Vindrola-Padros, Ginger A. Johnson, 2020. *Qualitative Health Research*.
- Wong, F. K., Kadir, M. R., & Jaafar, M. (2019). Exploring the Barriers to Construction Safety: A Case Study in Malaysia. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(3), 713-721.
- Yıldız, S., Kıvrak, S., & Arslan, G. (2021). Using drone technologies for construction project management: A narrative review. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 4(4), 229-244. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2021.04229244>
- Yusof, N. M., Ling, F. H. M., & Hasbullah, H. (2020). Challenges in Construction Safety and Health Management: A Review. *Journal of Construction in Developing Countries*, 25(1), 125-145.