

Kajian Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan bagi Pengurusan Keselamatan di Tapak Bina

**Wan Nursyazwana Wan Mahamud¹, Narimah Kasim^{1,*},
Rozlin Zainal¹, Sharifah Meryam Shareh Musa¹ & Hamidun
Mohd Noh¹**

¹Jabatan 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.2021.02.01.058>

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

Abstract: The construction industry sector is an increasingly challenging sector with construction project activities that can be categorized as dangerous. Use of accident detection technology for safety management on construction sites. This technology will be able to reduce or anticipate accidents that occur during construction work. Therefore, this study was conducted to examine the types and advantages of technology, as well as barriers to the use of accident detection technology for safety management on construction sites. To achieve these objectives, this study will use quantitative methods through questionnaires to collect data for this study. The respondents of this study consisted of Grade 7 contractors registered in the state of Kuala Terengganu and involved project managers and security managers who are experienced in the field of the construction industry. The data to be collected will be analyzed using SPSS software. As a result of the data analysis that has been done, it is found that different types of information and communication technology are used to collect data quickly and accurately for security management on construction sites. Meanwhile, the advantages of accident detection technology can increase the safety of the construction site is an advantage supported by the respondents. However, barriers to accident detection technology require high costs which are barriers supported by respondents to ensure safety at the construction site. Therefore, the objectives of this study will be achieved and the results of this study can provide effective information to contractors so that safety at the construction site is more guaranteed without accidents. In conclusion, the parties involved should work together to ensure that the use of accident detection technology for safety management at construction sites can be expanded for use in the construction industry.

Keywords: Construction site, Emergency detection, Safety management, Technology

Abstrak: Sektor industri pembinaan merupakan sektor yang semakin mencabar

dengan aktiviti pembinaan yang boleh dikategori berbahaya. Penggunaan teknologi pengesanan kemalangan berpotensi bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Teknologi ini dapat mengurangkan ataupun menjangka kemalangan yang berlaku semasa kerja pembinaan dijalankan. Kajian ini dijalankan bagi mengkaji jenis-jenis dan kelebihan teknologi, serta halangan-halangan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Bagi mencapai objektif tersebut, kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif melalui borang soal selidik untuk mengumpulkan data kajian ini. Responden kajian ini terdiri daripada kontraktor Gred 7 yang berdaftar di negeri Terengganu serta melibatkan pengurus projek dan pengurus keselamatan yang berpengalaman dalam bidang industri pembinaan. Data yang dikumpulkan telah dianalisis menggunakan perisian SPSS. Hasil daripada analisis data yang telah dilakukan, didapati bahawa jenis-jenis teknologi maklumat dan komunikasi digunakan untuk mengumpul data dengan cepat dan tepat bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Manakala, kelebihan teknologi pengesanan kemalangan dapat meningkatkan keselamatan di tapak bina merupakan kelebihan yang disokong oleh responden. Walaubagaimanapun, halangan bagi teknologi pengesanan kemalangan memerlukan kos yang tinggi yang merupakan halangan yang disokong oleh responden bagi memastikan keselamatan di tapak bina. Oleh itu, objektif kajian dapat dicapai dan hasil kajian ini dapat memberikan maklumat yang efektif kepada kontraktor supaya keselamatan di tapak bina lebih terjamin. Kesimpulannya, pihak yang terlibat harus bekerjasama agar memastikan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina dapat diperluaskan bagi digunakan dalam industri pembinaan.

Katakunci: Pengesanan kemalangan, Pengurusan keselamatan, Tapak bina, Teknologi

1. Pengenalan

Kepesatan pembangunan industri pembinaan merupakan industri yang besar, dinamik serta mempunyai sifat yang kompleks dan sektor ini juga memainkan peranan penting bagi setiap negara terutamanya negara yang sedang membangun (Behm, 2008). Selain itu, Menurut Mhetre *et al.* (2016), industri pembinaan juga mengalami suatu suasana yang ketidakpastian dan mempunyai risiko yang sangat tinggi serta boleh terdedah dengan pelbagai risiko teknikal, sosial-politik dan perniagaan. Contohnya, seorang pekerja di dapati mengalami kemalangan di tapak pembinaan di Pangsapuri Seri Iskandar kerana di timpa sisa buangan bancuhan simen dan disahkan maut (Aziz, 2020). Lim (2006) menyatakan, kemalangan yang biasa berlaku di tapak bina adalah kecederaan akibat sesuatu benda jatuh pada aras atas dan kecederaan apabila terlanggar pada sesuatu halangan yang telah ditetapkan. Dengan adanya pengurusan keselamatan di tapak bina dapat mengurangkan kemalangan dalam pembinaan. Pihak-pihak yang terlibat dalam industri dengan ini berusaha secara berterusan untuk mengurangkan kadar kematian dan kemalangan yang tinggi bagi pekerja di tapak projek pembinaan (Zainal, 2008). Menurut Misnan *et al.* (2015), pengurusan keselamatan di tapak projek pembinaan melibatkan aspek perancangan, pelaksanaan dan pengawalan prestasi keselamatan yang memerlukan penglibatan daripada semua kumpulan pekerja di tapak bina. Menurut Mingyguan *et al.* (2017), perkembangan teknologi berasaskan *sensor* banyak digunakan dalam pengumpulan maklumat, penghantaran data dan pemprosesan.

Kepesatan pembangunan industri pembinaan yang sedang pesat membangun sememangnya telah memberikan banyak manfaat kepada semua rakyat Malaysia. Walaubagaimanapun, tapak pembinaan merupakan tempat yang tidak selamat dan mempunyai pelbagai jenis bahaya. Terdapat beberapa ancaman yang biasa berlaku di tapak bina seperti bahan binaan yang jatuh, kerosakan elektrik, peralatan merbahaya, keruntuhan perancah, kemalangan sesama pekerja, serta pergerakan lalu lintas

dalam tapak pembinaan. Kemalangan yang berlaku boleh menyebabkan kecederaan fizikal serta kesihatan yang terjejas dalam jangka masa yang panjang (Zulfadly, 2017). Menurut Misnan *et al.* (2015), kejadian kemalangan di tapak bina sering dikaitkan dengan kecuaiian dalam pelaksanaan pekerjaan, pengabaian program-program kesedaran dan latihan, tidak berdisiplin dan gangguan luar yang meningkatkan lagi faktor kes kemalangan di tapak bina. Selain itu, kemalangan yang berlaku disebabkan oleh tingkah laku manusia, sifat unik industri, keadaan tapak bina yang sukar, pengurusan keselamatan yang lemah dan peralatan serta prosedur kerja yang tidak sihat. Menurut Bhole (2016), didapati tiga punca berlakunya kemalangan adalah disebabkan kegagalan untuk mengenalpasti keadaan berbahaya yang wujud sebelum mahupun selepas aktiviti menjalankan kerja dalam tidak selamat. Schneider (2003) menyatakan, *Radio Frequency Identification* (RFID) tidak boleh bersaing secara ekonomi dengan barcode tetapi mungkin pada masa hadapan manfaat yang ada pada Tag RFID melebihi kos yang sepatutnya di pasaran. Sistem RFID menggunakan peralatan komunikasi lanjutan, menggunakan *sensor* secara meluas dan sumber komputasi yang tinggi (Azmy, 2015). Selain itu, sekatan bagi pelanggaran di tapak bina dapat melalui pendekatan pelaksanaan yang proaktif untuk mengenalpasti serta mengurangkan risiko seperti penggunaan *Global Positioning System* (GPS) dan *sensor* untuk memantau dan merekodkan kedudukan masa nyata. Oleh itu, kajian ini menfokuskan kepada mengenalpasti jenis-jenis, kelebihan serta halangan-halangan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan kemalangan di tapak bina. Justeru itu, objektif kajian ini adalah untuk mengkaji jenis-jenis, mengenalpasti kelebihan, dan halangan-halangan teknologi penggunaan pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina.

2. Kajian Literatur

2.1 Penggunaan Teknologi dalam Pengurusan Keselamatan di Tapak Bina

Menurut Akhtar *et al.* (2011), keselamatan bermaksud suatu keadaan yang boleh terhindar daripada bencana. Dalam konteks pekerjaan pula ianya ditakrif sebagai ilmu penerapan teknologi untuk meningkatkan keselamatan yang berkaitan dengan alat, bahan dan tempat kerja. Saeed (2017) turut menyatakan, pengurusan keselamatan mengambil kira semua risiko dan kemalangan. Selain itu, kesihatan dan keselamatan (H&S) tempat kerja sangat penting bagi mengurangkan risiko kemalangan di tapak bina. Walaubagaimanapun, industri pembinaan sentiasa dibebani dengan banyak kes kemalangan dan kematian yang berlaku terutamanya pada negara yang sedang membangun (Zhao, 2018). Oleh itu, pengurusan keselamatan penting bagi memastikan kemalangan dan kematian tidak berlaku di tapak pembinaan. Menurut Salomon (2008), teknologi merujuk kepada penggunaan moden iaitu menentukan bukan wacana mengenai seni teknikal, bahkan seni teknikal itu sendiri. Seterusnya, kemunculan teknologi pengesanan kemalangan berlaku pada beberapa dekad yang lalu. Dengan adanya teknologi bagi mengesan keselamatan seperti teknologi RFID, ICT, VR dan *Sensor* ianya dapat membantu bagi mengelakkan berlakunya kemalangan di tapak pembinaan secara langsung mahupun secara tidak langsung.

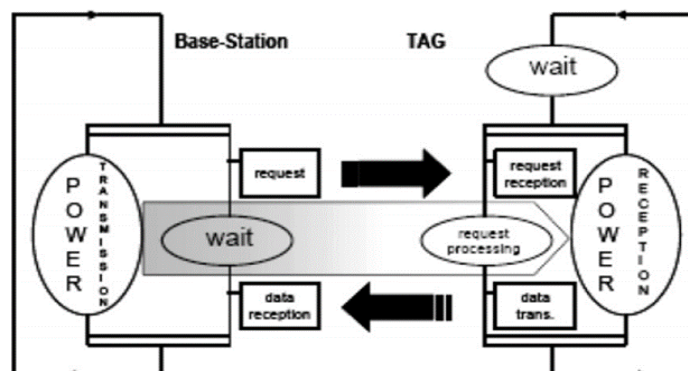
Menurut Yoshida (2010), teknologi *sensor* RFID adalah pengembangan sistem peringatan awal keselamatan yang dapat memberitahu pekerja mengenai risiko keselamatan di lokasi pembinaan bagi mengelakkan berlakunya kemalangan. Dubem (2014) menyatakan, penggunaan teknologi dan komunikasi dikenali sebagai teknologi maklumat dalam industri pembinaan. Teknologi ICT menjadi keperluan yang sangat penting dalam bidang seperti reka bentuk, perancangan projek, belanjawan dan pengurusan kemudahan di tapak bina serta mewujudkan banyak peluang untuk pelaksanaan projek yang cekap dan berkesan dalam industri pembinaan. Selain itu, menurut Sacks (2013), *Virtual Reality* adalah teknologi menggunakan komputer, perisian dan perkakasan periferal untuk menghasilkan persekitaran simulasi bagi penggunaannya. Persekitaran maya *immersive* (IVE) adalah persekitaran yang dihasilkan oleh komputer yang mana boleh memberi seseorang merasa dirinya berada di dalamnya dengan melibatkan deria seseorang itu sendiri dan mengurangkan atau menghilangkan

persepsi mereka terhadap persekitaran sebenar. Menurut Zhou *et al.* (2002), kemajuan sensors berpotensi untuk mengurangkan risiko kemalangan di tapak bina pada peringkat operasi.

2.2 Jenis-Jenis Teknologi Pengesanan Kemalangan

(a) Radio Frequency Identification (RFID)

Menurut Domdouzis (2007), teknologi RFID merupakan teknologi *sensor* tanpa wayar pengesanan daripada isyarat elektromagnetik. Sistem RFID yang tipikal termasuk tiga komponen iaitu antena atau gegelung, transceiver (dengan decoder) dan transponder (tag RF) secara elektronik diprogramkan dengan maklumat yang unik. Selain itu, terdapat pelepasan isyarat radio oleh antena agar tag itu diaktifkan dan data dibaca dan ditulis. Antena mewujudkan komunikasi antara tag dan pemancar. *Transceiver* bertanggungjawab untuk pengambilalihan data. Antena boleh diletakkan sekali dengan *transceiver* dan *decoder* untuk menjadi pembaca. Dalam kes tag RFID terdapat di zon elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena. Ianya mengesan isyarat pengaktifan pembaca. Pembaca Menyahkod data yang telah di kodkan dalam rangkaian dan data tersebut kemudian dapat dipindahkan ke sistem komputer untuk diproses. Sistem tipikal ditunjukkan di bawah pada Rajah 1



Rajah 1: Sistem Tipikal (Damdouzis *et al.*, 2007)

(b) Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT)

Teknologi maklumat dan komunikasi (ICT) dapat difahami dari persektif yang berlainan dan mempunyai makna yang tersendiri. Adriaanse *et al.* (2005) turut menyatakan, komunikasi tidak lebih daripada pengedaran maklumat. Sebagai contoh, komputer yang digunakan dengan membina draf (CAD) oleh arkitek ataupun perisian yang digunakan di tapak bina. Teknologi ICT merupakan interaksi untuk mencapai kebolehan persefahaman bersama antara penghantar dan penerima menerusi teknologi dalam sektor pembinaan.

(c) Virtual Reality (VR)

Menurut Thabet (2002), *virtual reality* seolah-olah dapat memberi gambaran maya kepada realiti, namun sebenarnya tidak wujud secara fizikal. Walaubagaimanapun teknologi VR dibatasi menjadi sistem perantaraan komputer. Walaubagaimanapun teknologi VR dibatasi menjadi sistem perantaraan komputer. Ini melibatkan penggunaan komputer untuk membuat dan memvisualisasikan 3D yang disokong oleh pendengaran yang boleh menavigasikan dan berinteraksi dalam industri pembinaan bagi memastikan keselamatan terjamin. Seterusnya, navigasi termasuk keupayaan untuk bergerak dan meneroka ciri-ciri adegan 3D, manakala interaksi membayangkan keupayaan untuk memilih dan memanipulasi objek di tempat kejadian. Interaksi dengan dunia maya dengan kawalan masa nyata dari adegan 3D dan ini merupakan ujian yang sangat bijak dalam teknologi *virtual reality*.

(d) Sensor

Teknologi sensor berpotensi secara teknikal untuk industri pembinaan bagi mengesan keadaan yang berbahaya (Hallowell *et al.*, 2010). Teknologi *sensor* terbahagi kepada Pengesanan Radio dan *Ranging* (RADAR), *Ultrasound*, *Ultra-wideband* (UWB), RFID, Penskalaan Posisi Global (GPS), Video Visual, Video Terma dan Pengimejan digital (3D) dan lain-lain. Sebagai contoh, UWB adalah teknologi berasaskan radio yang dapat digunakan pada tahap tenaga yang sangat rendah untuk komunikasi jarak pendek dan jalur lebar tinggi menggunakan sebahagian besar spektrum radio. Oleh itu, teknologi *sensor* turut memainkan peranan penting dalam sektor pembinaan.

2.3 Kelebihan Teknologi Pengesanan Kemalangan

Sektor pembinaan kian berkembang pesat pada negara terutamanya pada negara yang sedang membangun seperti negara Malaysia. Menurut Azam (2017), Kelebihan teknologi pengesanan kemalangan amatlah penting bagi sesebuah organisasi industri pembinaan bagi memiliki kecekapan dalam menguruskan tugas dan perkhidmatan, samaada dalam mahupun luaran. Sebagai contoh kemajuan teknologi komunikasi dan maklumat membolehkan organisasi berhubung dengan pengurusan dan pekerja secara pantas dan efisien. Selain itu, capaian *internet* berkelajuan tinggi lebih mudah untuk membantu bagi sektor pembinaan. Menurut Skibniewski (2014), oleh kerana peningkatan teknologi pengeluaran dalam pembinaan, ukuran dan kerumitan bagi projek infrastruktur yang terus berkembang dan peningkatan mengenai keselamatan menjadi tentangan yang besar bagi industri pembinaan. Selain itu, kemajuan dalam sains keselamatan dan teknologi maklumat memberikan peluang sesuatu yang belum pernah ditawarkan dan ini memberi kesan yang positif terhadap prestasi keselamatan dalam pembinaan. Menurut Cheng *et al.* (2014), penyelidikan mengenai risiko yang berdasarkan aplikasi *sensor* dilakukan untuk memantau dan menganalisis status keselamatan di tapak pembinaan bagi mengelakkan pekerja daripada terdedah kepada bahaya.

Seterusnya, sistem RFID terdiri daripada tag RFID dan pembaca RFID (Wang, 2008). Tag RFID terdiri daripada microchip yang kecil dan sebuah antena. Data disimpan dalam tag dan kebiasaannya mempunyai nombor siri yang unik. Manish & Shahram (2005) turut menyatakan, tag RFID boleh menjadi pasif (tanpa bateri) ataupun aktif (ada bateri). Walaubagaimanapun, majoriti tag RFID digunakan dalam industri pembinaan adalah tag RFID yang pasif. Pemantauan sistem dalam teknologi berasaskan *sensor* dapat mengesan penjejakan dan memantau lokasi bahan di tapak pembinaan dan ini merupakan aspek penting bagi mengelakkan berlakunya kemalangan dan memudahkan pekerja di tapak bina (Riaz *et al.*, 2014). Akan tetapi, aspek itu sering diabaikan dalam pemerolehan data di lapangan bagi maklumat tepat masa mengenai status bahan, peralatan, alat dan sumber tenaga kerja sehingga berjaya menyelesaikan sesuatu projek. Menurut Jang & Skibniewski (2009), rangkaian *sensor* tanpa wayar merupakan teknologi yang menggantikan paradigma tradisional rangkaian *sensor* berwayar. Tambahan itu, rangkaian *sensor* tanpa wayar dicirikan sebagai gabungan pemprosesan, penginderaan, pengkomputeraan dan komunikasi seluruh rangkaian jaringan yang diedarkan. Seterusnya, apabila tiba masanya penggunaan haruslah menggunakan peralatan teknologi '*virtual reality*' tersebut dapat dilakukan kehidupan nyata, operasi dapat menjimatkan masa dan wang serta mengurangkan kemalangan di tapak bina (Filigenzi *et al.*, 2000).

2.4 Halangan-halangan Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan

Halangan-halangan dalam menggunakan teknologi pengesanan kemalangan di tapak bina boleh dikategori iaitu kos pelaksanaan yang tinggi, isu ancaman dan peraturan sistem, cabaran operasi dan sokongan organisasi. Oleh itu, setiap sektor mempunyai halangan-halangan yang tersendiri bagi mengelakkan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan dalam industri pembinaan. Kos pelaksanaan dan operasi. Terdapat dua kategori kos sistem, pelaburan dan operasi dan penyelenggaraan. Menurut Majrouhi (2012), kos ini bergantung pada jumlah perkakasan yang dipasang iaitu diatur oleh sebagai contoh penghantaran dan tempat kerja yang akan dilindungi. Sistem ini juga mungkin memerlukan kecekapan dalam pemerolehan maklumat dan komunikasi, penggunaan tenaga kerja dan pengurusan dokumen (Zhou & Shi, 2009).

Isu ancaman dan peraturan sistem dalam teknologi pembinaan. Menurut (Rieback *et al.* 2006), isu pelanggaran merupakan salah satu ancaman iaitu kepada pembaca tag yang mengakibatkan pelanggaran isyarat, kemudian data yang telah direkod akan hilang secara automatik. Selain itu, persaingan yang semakin meningkat dalam organisasi pembinaan bagi meningkatkan produktiviti, kualiti dan kecekapan (Karna & Jonnonen, 2005). Menurut Miguel & Carnevalli (2008), *the Malaysian construction industry* (MCI) telah banyak menyiapkan projek, tetapi tidak dapat menjimatkan kos, kualiti dan masa seperti yang dirancang. Manakala, syarikat yang menggunakan teknologi baru, meningkatkan proses inovatif serta meningkatkan keselamatan di tapak bina bagi mengelakkan berlakunya kemalangan. Halangan-halangan sokongan organisasi iaitu motivasi dalam menggunakan teknologi ICT. Hal ini demikian dikatakan, Sikap ataupun motivasi individu yang menentukan bagi menggunakan ICT. Motivasi secara individu dapat merujuk kepada sejauhmanakah pekerja bersedia dalam menggunakan ICT dalam organisasi (Adriaanse *et al.* 2010). Motivasi individu ini secara khususnya dipengaruhi oleh faedah dan kekurangan dalam penggunaan ICT dalam organisasi.

3. Metodologi Kajian

Metodologi kajian yang digunakan untuk mendapatkan maklumat dan data kajian ini bagi memastikan objektif kajian dapat dicapai dengan baik. Kaedah metodologi yang digunakan dalam kajian ini ialah kaedah kuantitatif melalui pengedaran borang soal selidik kepada responden. Reka bentuk kajian merupakan struktur konseptual bagi sesuatu kajian yang dijalankan dimana ianya merupakan rangka tindakan dalam pengumpulan, pengukuran dan analisis data (Kothari, 2004). (Saunders *et al.*, 2009), reka bentuk kajian mestilah mengikut berdasarkan kepada persoalan penyelidikan, objektif dan selaras dengan falsafah kajian yang telah ditetapkan. Data primer adalah sumber utama kerana ianya boleh menggunakan tiga instrument iaitu soal selidik, temu bual dan tinjauan untuk memperolehi hasil bagi sesuatu kajian (Yin, 2003). Seterusnya, data primer yang telah diperolehi dalam kajian ini adalah dengan pengedaran borang soal selidik kepada responden yang akan terlibat. Menurut Ghauri & Grounhaug (2010), data sekunder adalah data yang diperolehi melalui kajian literatur yang terdiri daripada tesis, majalah, jurnal, surat khabar, buku rujukan dan sumber internet, laporan dan sebagainya. Menurut Creswell (2008), maklumat berkaitan instrument kajian merupakan perkara yang penting dalam merancang kajian bagi tujuan mengumpul data yang diperolehi. Selain itu, instrument kajian yang digunakan dalam kajian ini ialah borang soal selidik dan ianya diedarkan kepada responden yang telah ditetapkan. Seterusnya, soal selidik ialah salah satu set senarai soalan yang disediakan oleh pengkaji dan perlu dijawab oleh responden dengan memberi pendapat berdasarkan pengalaman dan kemahiran yang mereka ada.

Menurut Zakaria (2009), populasi kajian adalah salah satu kelompok yang mempunyai suatu ciri khusus yang hendak dikaji atau hal-hal yang menarik bagi pengkaji untuk membuat kajian. Populasi dalam kajian ini adalah kontraktor G7 di negeri Terengganu yang berjumlah sebanyak 221 kontraktor (CIDB, 2018). Menurut (Saunders *et al.*, 2007), persampelan kajian ini merupakan proses bagi pemilihan unit, sekumpulan ataupun organisasi daripada satu populasi yang ingin dikaji. Selain itu juga, tujuan persampelan adalah untuk memperoleh maklumat tentang sesuatu populasi, meminimumkan kos membuat penyelidikan dan dapat menjimatkan masa bagi pengkaji. Persampelan yang dipilih adalah sebanyak 144 responden daripada 230 (Krejcie & Morgan, 1970). Tambahan lagi, ralat pengiraan data boleh berlaku berdasarkan kuantiti saiz sampel (Sanchez, 2016). Jumlah persampelan yang dipilih semakin besar, risiko yang berlaku ralat adalah semakin kecil. Oleh itu, responden yang dipilih bagi menjawab borang soal selidik kajian ini adalah sebanyak 144 responden yang terlibat. Selepas pengumpulan data dan maklumat yang diperolehi perlu diproses dan dianalisis dengan mengikut formulasi yang tertentu bagi tujuan membangunkan ramcangan kajian (Kothari, 2004). Selain itu, data dianalisis dengan menggunakan program Statistical Package for the Social

Science (SPSS) adalah bagi proses mengeluarkan data yang dikumpul dengan lebih terperinci (Landau & Everitt, 2004).

4. Keputusan dan Perbincangan

Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah kuantitatif melalui mengedarkan borang soal selidik menggunakan *google form* seperti emel dan aplikasi Whatsapp kepada responden yang terlibat iaitu kontraktor G7 negeri Terengganu. Kaedah ini bagi memastikan tercapai objektif. Seterusnya, 144 borang soal selidik telah diedarkan kepada responden yang terpilih. Soal selidik yang berjaya dikumpulkan dari responden yang mewakili 43% daripada semua sampel. Latar belakang mempunyai 2 kategori jantina responden seramai 63 orang. Selain itu, dari segi perbezaan jantina dapat dilihat responden lelaki lebih ramai yang menjawab borang soal selidik iaitu 76% dimana mewakili seramai 48 orang. Perempuan iaitu sebanyak 24% dimana mewakili 15 orang responden. Umur yang paling ramai terlibat dalam kajian ini adalah 21-30 tahun, iaitu 37 orang (58.7%). Manakala yang berjawatan pengurus projek dan jurutera tapak iaitu 19 orang (30%). Seterusnya, pengalaman dalam industri pembinaan yang tinggi ialah 11 hingga 15 tahun iaitu seramai 34 (54%). Pengalaman dalam mengendalikan teknologi pengesanan kemalangan dalam industri pembinaan kurang dari 1-3 tahun iaitu 62% dimana mewakili 39 orang. Rumusan analisis latar belakang responden ditunjukkan pada Jadual 1 di bawah.

Jadual 1: Latar belakang responden

Item	Kekerapan	Peratusan %
Jantina		
Lelaki	48	76
Perempuan	15	24
Umur		
21-30 tahun	37	58.7
31-40 tahun	14	22.2
41-50 tahun	7	11.1
>50 tahun	5	7.9
Jawatan		
Pengurus Projek	19	30
Pengurus Tapak	18	29
Jurutera Tapak	19	30
Lain-lain	17	11
Pengalaman dalam Industri Pembinaan		
< 5 tahun	11	17
6-10 tahun	5	8
11-15 tahun	34	54
>15 tahun	13	21
Pengalaman Dalam Mengendalikan Teknologi Pengesanan Kemalangan Dalam Industri Pembinaan		
1 hingga 3 tahun	39	62
4 hingga 6 tahun	13	21
7 hingga 9 tahun	6	9
>10 tahun	5	8

4.1 Jenis-Jenis Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan bagi Pengurusan Keselamatan di Tapak Bina

Jadual 2 di bawah menunjukkan ringkasan jenis-jenis penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Teknologi maklumat dan komunikasi digunakan untuk mengumpul data dengan cepat dan tepat dengan nilai min yang paling tinggi iaitu sebanyak 4.27. Menurut Orihuelaa *et al.* (2016), maklumat yang disimpan oleh sistem kawalan akan dikumpulkan dengan baik dan dijamin selamat. Manakala, RFID jenis penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina (RFID) adalah dapat mengesan kemalangan melalui antena bagi mengelakkan kemalangan dimana ianya mempunyai nilai min yang paling tinggi iaitu sebanyak 3.90. Menurut Domdouzis (2007), antena dapat mewujudkan komunikasi antara tag dan pemancar.

Virtual reality digunakan untuk mengesan kemalangan melalui sensor dan persekitaran maya 3D mempunyai nilai min paling tinggi iaitu sebanyak 4.20. Menurut Thabet (2002), teknologi digunakan bagi mengelakkan berlakunya kemalangan serta dapat melihat bangunan yang dibina secara 3D. Jenis penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina melalui teknologi *sensor* bagi mengesan kemalangan melalui pengumpulan data daripada komputer mempunyai nilai min paling tinggi iaitu sebanyak 4.08. Menurut Zhou *et al.* (2002), teknologi *sensor* akan mengumpulkan data ataupun menghalanganya daripada digunakan daripada komputer yang telah membuat ditetapkan melalui tetapan teknologi ini. Teknologi yang mempunyai nilai min paling tinggi adalah teknologi ICT iaitu sebanyak 4.27.

Jadual 2: Jenis-jenis penggunaan teknologi pengesanan kemalangan

Kedudukan	Perkara	Min	Kategori
ICT			
1	Teknologi maklumat dan komunikasi digunakan untuk mengumpul data dengan cepat dan tepat.	4.27	Setuju
2	Teknologi maklumat dan komunikasi digunakan untuk mengesan kemalangan dengan menggunakan telefon bimbit.	4.19	Setuju
3	Teknologi maklumat dan komunikasi dapat mengesan kemalangan dengan menggunakan perisian, email dan data digital (komputer, internet dan telefon bimbit).	4.11	Setuju
RFID			
1	RFID dapat mengesan kemalangan melalui antena bagi mengelakkan kemalangan.	3.90	Setuju
2	RFID dapat mengesan kemalangan melalui bentuk aktif (pengesan tag mempunyai bateri) dan pasif (pengesan tag tanpa bateri).	3.86	Setuju
3	RFID boleh mengesan kemalangan melalui komponen RFID kepada telefon bimbit dan komputer.	3.81	Setuju
VR			
1	<i>Virtual reality</i> digunakan untuk mengesan kemalangan melalui sensor dan persekitaran maya 3D.	4.20	Setuju
2	<i>Virtual Reality</i> digunakan untuk mengesan kemalangan melalui navigasi persekitaran maya.	4.08	Setuju
3	<i>Virtual Reality</i> digunakan untuk mengesan kemalangan melalui alat yang menvisualisasikan menjadi 3D.	3.92	Setuju
Sensor			
1	Teknologi <i>sensor</i> mengesan kemalangan melalui pengumpulan data daripada komputer.	4.08	Setuju
2	Teknologi <i>sensor</i> mengesan kemalangan melalui kawalan beberapa jenis komputer yang menerima maklumat daripada sensor.	4.03	Setuju
3	Teknologi <i>sensor</i> dapat mengesan kemalangan melalui	4.02	Setuju

Pengesan Radio dan *Ranging* (RADAR) iaitu mengesan, menentukan jarak dan memeta objek.

4.2 Kelebihan Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan bagi Pengurusan Keselamatan di Tapak Bina

Berdasarkan data yang telah dianalisis seperti ditunjukkan dalam Jadual 3, didapati bahawa pihak responden sangat setuju bahawa teknologi pengesanan kemalangan dapat meningkatkan keselamatan di tapak bina dan teknologi pengesanan kemalangan dapat menyimpan maklumat dengan tepat. Dengan ini, kedua-dua kelebihan ini mempunyai nilai min pada julat $4.50 \leq \text{Indeks Purata} < 5.00$ yang mana berada di kategori yang sangat setuju. Tambahan lagi, teknologi pengesanan kemalangan dapat meningkatkan keselamatan di tapak bina yang mempunyai nilai min yang paling tinggi iaitu sebanyak 4.62. Menurut Skibniewski (2014), peningkatan teknologi pengeluaran dalam pembinaan perlu ditingkatkan juga keselamatan pekerja di tapak bina. Kelebihan ini sangat disokong oleh para responden yang terlibat yang mana pihak kontraktor sangat mengambil berat tentang keselamatan. Selain itu, kedudukan min yang terendah bagi kelebihan teknologi pengesanan kemalangan dapat mengesan kemalangan dengan capaian internet berkelajuan tinggi bagi mengelakkan kemalangan dengan nilai min sebanyak 4.22. Adriaase *et al.* (2005) turut menyatakan, komunikasi tidak lebih daripada pengedaran maklumat. Dengan ini, situasi ini telah menunjukkan bahawa responden yang terlibat tidak sangat mementingkan kelebihan capaian internet berkelajuan tinggi sebagai kelebihan yang diutamakan dalam penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina.

Jadual 3: Kelebihan Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan

Kedudukan	Perkara	Min	Kategori
1	Teknologi pengesanan kemalangan dapat meningkatkan keselamatan di tapak bina.	4.62	Sangat Setuju
2	Teknologi pengesanan kemalangan dapat menyimpan maklumat dengan tepat.	4.50	Sangat Setuju
3	Teknologi pengesanan kemalangan dapat mengesan kemalangan dengan sistematik.	4.43	Setuju
4	Teknologi pengesanan kemalangan dapat mengenal pasti kemalangan dengan cepat dan pantas.	4.40	Setuju
5	Teknologi pengesanan kemalangan mempunyai pemantauan sistem bagi mengelakkan kemalangan di tapak bina.	4.30	Setuju
6	Teknologi pengesanan kemalangan dapat menjimatkan masa pembinaan dengan mengurangkan kemalangan di tapak bina.	4.24	Setuju
7	Teknologi pengesanan kemalangan dapat mengelakkan kecederaan kepada pekerja dan orang awam.	4.20	Setuju
8	Teknologi pengesanan kemalangan dapat mengesan kemalangan dengan capaian internet berkelajuan tinggi bagi mengelakkan kemalangan.	4.22	Setuju

4.3 Halangan-Halangan Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan bagi Pengurusan Keselamatan di Tapak Bina

Setiap kelebihan yang ada pada sesuatu penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina, akan tetapi banyak halangan yang perlu diambil berat bagi

pihak yang terlibat. Berdasarkan data yang telah dianalisis seperti dalam Jadual 4 di bawah, didapati bahawa pihak responden yang terlibat setuju kesemua perkara. Dengan ini, kesemua mempunyai nilai min berada pada julat $3.50 \leq \text{Indeks Purata} < 4.50$. Halangan teknologi pengesanan kemalangan memerlukan kos yang tinggi mempunyai nilai min yang paling tinggi, iaitu sebanyak 4.37. Menurut Majrouhi (2012), kos ini bergantung pada jumlah perkakasan yang dipasang iaitu diatur oleh sebagai contoh penghantaran dan tempat kerja yang akan dilindungi.

Seterusnya, halangan teknologi pengesanan kemalangan memerlukan sokongan daripada pihak atasan organisasi dalam penggunaan teknologi dan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan sukar dalam penyeragaman penggunaan teknologi tersebut. Manakala kedua-dua halangan ini mempunyai nilai min yang sama iaitu sebanyak 4.27. Disamping itu, kedudukan min yang paling rendah bagi halangan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi keselamatan di tapak bina ialah teknologi pengesanan kemalangan perlu mengelakkan perlanggaran supaya kehilangan data yang direkod tidak berlaku bersama nilai min sebanyak 3.99. Menurut (Rieback et al., 2006), isu perlanggaran merupakan salah satu ancaman iaitu kepada tag yang mengakibatkan perlanggaran isyarat, data yang direkod akan hilang secara automatik. Akan tetapi dengan adanya algoritma perlanggaran dapat memastikan rekod data selamat. Dengan ini, menunjukkan bahawa responden yang terlibat tidak mengambil berat terhadap halangan bagi mengelakkan perlanggaran supaya kehilangan data yang telag direkod.

Jadual 4: Halangan-Halangan Penggunaan Teknologi Pengesanan Kemalangan

Kedudukan	Perkara	Min	Kategori
1	Teknologi pengesanan kemalangan memerlukan kos yang tinggi.	4.37	Sangat Setuju
2	Teknologi pengesanan kemalangan memerlukan sokongan daripada pihak atasan organisasi dalam penggunaan teknologi	4.27	Sangat Setuju
3	Penggunaan teknologi pengesanan kemalangan sukar dalam penyeragaman penggunaan teknologi.	4.27	Setuju
4	Teknologi pengesanan kemalangan perlu dikendalikan dengan baik supaya tidak menyebabkan kerosakan harta benda di tapak bina.	4.26	Setuju
5	Teknologi pengesanan kemalangan memerlukan kemahiran yang tinggi dalam pengoperasinya.	4.18	Setuju
6	Teknologi pengesanan kemalangan perlu mengelakkan perlanggaran supaya kehilangan data yang direkod tidak berlaku.	4.13	Setuju
7	Teknologi pengesanan kemalangan memerlukan keadaan cuaca yang baik bagi memastikan teknologi dapat berfungsi dengan berkesan.	4.03	Setuju

5. Kesimpulan

Berdasarkan objektif yang telah dibincangkan, beberapa jenis-jenis penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Jenis teknologi maklumat dan komunikasi digunakan untuk mengumpul data dengan cepat dan tepat mencatatkan min paling tinggi iaitu 4.27. RFID dapat mengesan kemalangan melalui antena bagi mengelakkan kemalangan mencatatkan min paling tinggi iaitu 3.90. Seterusnya, berdasarkan hasil analisis data kajian jenis *Virtual reality* digunakan untuk mengesan kemalangan melalui sensor dan persekitaran maya 3D mencatatkan min paling tinggi iaitu 4.20. Disamping itu, berdasarkan hasil analisis data kajian jenis

teknologi sensor mengesan kemalangan melalui pengumpulan data daripada komputer mencatatkan min paling tinggi iaitu 4.08. Nilai min paling tinggi antara empat teknologi ini adalah teknologi ICT. Semasa kajian ini dijalankan, terdapat beberapa kekangan yang telah timbul pada peringkat pengumpulan data tersebut. Seterusnya, kajian ini dijalankan melibatkan kontraktor G7 di negeri Terengganu yang menggunakan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina. Kaedah kajian ini digunakan adalah kaedah kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik melalui Whatsapp and email kepada responden yang terpilih. Walaubagaimanapun, pengkaji menghadapi banyak cabaran kerana sepanjang tempoh kajian ini dilaksanakan adalah membataskan pengkaji untuk mendapatkan responden adalah disebabkan penularan wabak pandemik Covid 19.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, cadangan untuk industri pembinaan adalah pihak jabatan kerja raya perlu penekanan aspek keselamatan di tapak bina dan juga pihak kontraktor perlu menyediakan teknologi pengesanan kemalangan agar pembinaan dapat dijalankan dengan selamat. Seterusnya, pihak insitituti pendidikan tinggi perlu memberi penekanan terhadap penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi mengurus keselamatan di tapak bina. Selain itu, cadangan bagi penyelidik adalah mengkaji kepentingan penggunaan teknologi pengesanan kemalangan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina dan mengenalpasti tahap kecekapan pekerja dalam penggunaan teknologi pengesanan kemalangan di tapak bina. Kajian ini berjaya dilaksanakan sebagaimana ketiga-tiga objektif kajian ini dapat dicapai dengan baik. Seterusnya, terdapat beberapa kekangan dalam menyediakan kajian ini, akan tetapi kajian ini masih berjaya dilakukan dalam pengumpulan data melalui kaedah kuantitatif iaitu pengedaran borang soal selidik melalui email, *Facebook* dan *Whatsapp*. Walaupun, teknologi pengesanan kemalangan belum meluas digunakan tetapi pengenalanpasstian jenis, kelebihan dan halangan yang dikaji dalam kajian ini adalah dapat membantu menyedarkan para kontraktor bahawasanya keselamatan itu sangat penting di tapak bina.

Penghargaan

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

Rujukan

- Azam, O (2017). Teknologi Memudahkan Cara Bekerja, Berita Harian Malaysia Online. *Retrieved* September 18, 2017, daripada <https://www.bharian.com.my/bisnes/korporat/2017/09/327281/teknologi-memudahkan-cara-bekerja>.
- Aziz, A. (2020). Pekerjaan Binaan Maut di Timpa Sisa Bancuhan Simen, Berita Malaysia Online. *Retrieved* Januari 1, 2020, daripada http://www.astroawani.com/berita_malaysia/pekerja-binaan-maut-ditimpa-sisa-bancuhan-simen-226886
- Azmy, N. (2015). The Application of Technology in Enhancing Safety and Health Aspects on Malaysian Construction Projects. *Proceedings of Engineering Technology International Conference, 11*(11), pp. 7209-7213.
- Behm, M. (2008). Construction Sector. *Journal of Safety Research*, 39(2), pp. 175-178.
- Bhole, M. S. A. (2016). Safety Problems and Injuries on Construction Site: A Review. *International Journal of Engineering and Techniques*, 2(4), pp. 24-35.
- Creswell, J.W. (2008). Educational research: *Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Upper Saddle River, NJ:Pearson/Merrill Education.
- Domdouzis, K. (2007). Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A Brief Introduction. *Advanced Engineering Information*, 2(21), pp. 350-355.
- Dubem, I. I. (2014). Assessing the Use of ICT System and Their Impact on Construction Project Performance in The Nigerian Construction Industry. *Department of Building Faculty of Environment Studies*, 14(2), pp. 252-276.
- Ghauri, P. N. & Gronhaung, K. (2010). *Research Method in Business Studies: A Practical Guide*. 4th Ed. Financial Times, Prentice Hall.

- Hallowell, M., Teizer, J. & Blaney, W. (2010). Application of Sensing Technology to Safety Management. *Department of Civil Environment and Architectural*, 4(28), pp. 31-40.
- Jang, W. & Skibniewski, M. J. (2009). Cost-Benefit Analysis of Embedded Sensor System for Construction Materials Tracking. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(5), pp. 378–386.
- Kothari, C. R. (2004). *Research Methodology: Methods and Techniques (2nd ed)*. India: New Age International (P) Limited.
- Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), pp. 607–610.
- Landau, S., & Everitt, B. S. (2004). *A Handbook of Statistical Analyses Using SPSS*. London: Chapman & Hall/CRC Press LLC.
- Lim, K. L. (2006). *Amalan Keselamatan Buruh di Tapak Pembinaan*. Universiti Teknologi Malaysia; Tesis Ijazah Sarjana Muda.
- Mhetre, K., Konnur, B. A., & Landage, A. B. (2016) Risk Management in Construction Industry. *International Journal of Engineering Research*, 5(1), pp.153-155.
- Mingyuan, Z., Tianzhou, C. & Xuefeng, Z. (2017). Applying Sensor-Based Technology to Improve. *Construction Safety Management. Sensor*, 17(1841), pp.1-24.
- Misnan, M. S. A, Mohammed, H. A. H., & Yusof, Z. M. (2015). Isu-isu Semasa Pengurusan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dalam Industri Pembinaan Malaysia. *Research Gate*, pp.1-7.
- Saeed, Y. S., (2017). Safety Management in Construction Projects. *Department of Engineering, University of Kirkuk-Iraq*. 20(1), pp. 546-560.
- Salomon, J. J. (2008). What is Technology? The Issue of Its Origins and Definitions. *History and Technology: An International Journal*, 10 (1), pp. 113-156.
- Sanchez, J. M. (2006). An Exercise in Sampling: The Effect of Sample Size and Number of Samples on Sampling Error. *World Journal of Chemical Education*, 4(2), pp. 45-48.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2007). *Research Methods for Business Students*, 4th Edition, Harlow: Prentice Hall.
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students* (5th ed). London: Pearson Education Limited.
- Thabet, W., Shiratuddin, M. F. & Bowman, D. (2002). Virtual Reality in Construction: Engineering Computational Technology. *Saxe-Coburg Publications*, 17(20), pp. 22-25.
- Wang, L. C. (2008). Enching Construction Quality Inspection and Management Using RFID Technology. *Automation in Construction*, 17(18), pp. 467-479.
- Yin, R. K. (2003). *Case study Research: Design and Methods (3rd Ed.)*. United States of America: SAGE Publications.
- Zakaria, M. S. (2009). *Kajian Penambahbaikan Ciri Keselamatan Penggunaan Perancah Dalam Projek Pembinaan*. Laporan Projek Sarjana Muda. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Zhao, T., Kazemi, E. S. & Zhang, M. (2018). The Last Mile: Safety Management Implementation in Construction Sites. *School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China*, 10(1155), pp. (1-16).
- Zulfadly, T, M. (2017). *Factor of Work in Indonesian Construction Site: Medan, Indonesia*: Universiti Tun Hussein Onn Malaysia; Degree of Master of Science in Construction Technology Management.