

Perkembangan Penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam Industri Pembinaan di Malaysia: Persepsi Pihak Kontraktor

Wan Muhammad Ikmal Wan Mohd Khouluddin¹, Roshartini Omar^{1,2*}, Md Asrul Nasid Masrom^{1,2} & Seow Ta Wee^{1,2}

¹Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor, MALAYSIA.

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

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2023.04.02.028>

Received 30 September 2023; Accepted 01 November 2023; Available online 01 December 2023

Abstract: *The construction sector is vital to Malaysia's expanding economy. However, the construction industry as a whole has been criticised for its reliance on technology and management problems. The advent of the Internet of Things (IoT) is a relatively new phenomenon in this sector. This technology first appeared after the transition to the 4.0 industrial revolution, which established IoT as the backbone of the new system. This research aims to investigate the awareness contractors about the IoT's progress, to investigate the challenges while using IoT technology, and to investigate the ways to enhance contractors' use of the platform. The study population consists of 71 G7 contractors working in the Sepang, Selangor area. The data for this study will be gathered using quantitative techniques. There have been 30 total responses, or 51% completion rate. In this analysis, the researchers discovered that contractors' awareness of IoT advancement was most strongly associated with their access to effective communication tools. The contractor also struggles with a lack of skilled labour when dealing with IoT. Next, expanding IoT- focused campaigns and events was voted as the most effective strategy for boosting adoption of the technology within the building industry. The use of IoT needs to be increased to increase national income in line with current technological developments in order to improve the standard of living of the population. The study's findings are meant to be used as a resource by both aspiring academics and working professionals in the field.*

Keywords: *Technology, Industry Revolution 4.0, Internet of Things, Construction*

Abstrak: Industri pembinaan di Malaysia merupakan pemacu untuk meningkatkan ekonomi negara. Walaubagaimanapun, industri pembinaan ini turut mengalami masalah dalam penggunaan teknologi, dan isu pengurusan yang telah menjadi kritikan yang menonjol terhadap industri pembinaan secara keseluruhan. Terdapat kemajuan baharu dalam industri ini iaitu *Internet of Things* (IoT) yang telah mula memasuki dalam industri ini. Teknologi ini mula tercetus setelah berlakunya peralihan teknologi kepada revolusi industri 4.0 yang menjadikan IoT sebagai asas kepada teknologi tersebut. Objektif bagi kajian ini adalah untuk mengenalpasti tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan IoT, mengenalpasti masalah yang dihadapi pihak kontraktor dalam mengendalikan teknologi IoT dan mengkaji langkah-langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi IoT. Penyelidikan ini akan memfokuskan kalangan kontraktor G7 seramai 71 buah syarikat yang terpilih di Sepang, Selangor. Kaedah kuantitatif telah digunakan untuk mengumpul data bagi penyelidikan ini. Seramai 30 orang responden telah menjawab soal selidik ini iaitu 51% kadar responden. Kajian ini mendapati alat komunikasi merupakan faktor utama dalam tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan IoT dengan nilai purata yang tertinggi. Selain itu, masalah yang dihadapi oleh pihak kontraktor dalam pengendalian IoT yang tertinggi adalah kurang tenaga mahir. Seterusnya, langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk meningkatkan penggunaan IoT dalam industry pembinaan adalah dengan memperbanyakkan kempen dan aktiviti mengenai IoT merupakan pilihan yang paling tinggi dari responden. Penggunaan IoT perlu ditingkatkan bagi meningkatkan pendapatan negara selaras dengan perkembangan teknologi semasa agar dapat meningkatkan taraf hidup penduduk. Hasil kajian ini diharap boleh menjadi rujukan dan panduan kepada pengkaji-pengkaji pada masa hadapan dan juga kepada pemain-pemain industri.

Kata Kunci: Teknologi, Revolusi Industri 4.0, *Internet of Things*, Pembinaan

1. Pengenalan

Kedatangan superkomputer, robot pintar, kenderaan autonomi, penyuntingan genetik, dan pembangunan neuroteknologi yang membolehkan manusia meningkatkan lagi kemudahan menunjukkan permulaan revolusi perindustrian keempat, juga dikenali sebagai IR 4.0. Idea ini dibentangkan dalam buku bertajuk "Revolusi Perindustrian Keempat," yang ditulis oleh Schwab (2016). Sebelum ini, revolusi perindustrian pertama dikuasakan oleh mesin yang dipacu wap. Revolusi ini merupakan satu langkah besar ke hadapan dalam sejarah manusia. Elektrik adalah penggerak di sebalik gelombang kedua revolusi perindustrian. Kemudian datang gelombang ketiga revolusi perindustrian, yang berpusat pada komputer dan bentuk teknologi maklumat yang lain. Walau bagaimanapun, Industri 4.0 merangkumi penemuan pelbagai teknologi *internet of things* (IoT) yang baharu seperti automasi, analitik dan data besar, simulasi, penyepaduan sistem, robotik dan penggunaan awan, yang kesemuanya akan memacu kemajuan landskap dunia moden. Sebaliknya, IR 4.0 telah memasuki industri pembinaan. Akibatnya, banyak majlis peringkat tinggi di Malaysia, termasuk Majlis Profesor Negara (MPN), Lembaga Pembangunan Industri

Pembinaan Malaysia (CIDB), dan sebilangan besar yang lain, telah mengadakan perbincangan secara meluas mengenai topik ini (Hamid, 2017). Pelaksanaan IR 4.0 dalam industri pembinaan boleh membolehkan pengembangan industri pembinaan yang lebih pesat dan menyeluruh. Ini disebabkan kerana IR 4.0 menggunakan pelbagai komponen yang boleh memudahkan kerja manusia. Malah kerja-kerja yang telah dilakukan boleh disiapkan dalam masa yang singkat sambil mengekalkan tahap kualiti yang tinggi. Tidak mungkin mesin atau robot akan melakukan kesilapan semasa operasinya. Ini berikutan faktor bahawa mereka telah dibawa ke resolusi yang sewajarnya. Salah satu komponen Industri 4.0 (IR4.0) dikenali sebagai IoT. Hasilnya, ia amat sesuai digunakan dalam industri pembinaan, di mana ia boleh disesuaikan dengan keperluan individu. Revolusi ini menandakan permulaan

kemunculan sistem fizikal siber, yang melibatkan keupayaan baharu sepenuhnya untuk manusia dan mesin, serta pendekatan teknologi baharu. Dengan kata lain, teknologi automasi difahamkan sebagai sejenis keupayaan teknologi yang tidak semestinya memerlukan penyertaan langsung manusia.

Industri pembinaan di Malaysia merupakan pemacu untuk meningkat ekonomi negara. Pada masa kini, banyak pembinaan-pembinaan yang telah dijalankan. Antaranya ialah Menara Merdeka 118 dan projek pembinaan kereta api berkelajuan tinggi iaitu Projek Laluan Rel Pantai Timur (ECRL) (Raja Noraina, 2021). Walaubagaimanapun, industri pembinaan ini turut mengalami masalah dalam penggunaan teknologi, dan isu pengurusan yang telah menjadi kritikan yang menonjol terhadap industri pembinaan secara keseluruhan (Egan, 1998).

Perkembangan teknologi pada hari ini telah mencetuskan pelbagai persepsi dalam industri pembinaan. Terdapat kemajuan baharu dalam industri ini iaitu *Internet of Things* (IoT) yang telah mula memasuki dalam industri ini. Teknologi ini mula tercetus setelah berlakunya peralihan teknologi kepada revolusi industri 4.0 yang menjadikan IoT sebagai asas kepada teknologi tersebut (Schwab, 2016). Antara fungsi penggunaan IoT dalam industri ini adalah dapat dijadikan sensor atau pengenalpastian, pemrosesan data, penghantaran, penemuan, rangkaian, dan lain-lain. Sektor pembinaan perlu mengikut perubahan teknologi dari semasa ke semasa supaya tidak ketinggalan dalam arus pemodenan. Oleh itu, penggunaan IoT dalam industri pembinaan harus digalakkan supaya industri ini mampu menjadi industri yang lebih berkualiti dari segi pengurusan dan seterusnya dalam organisasi itu sendiri (Rubaneswaran, 2017).

Pihak kontraktor harus bersedia untuk mengeksploitasi teknologi terkini dalam era revolusi industri 4.0 ini. Menurut Rubaneswaran (2017), mulai 2017 revolusi industri keempat sedang berlaku di peringkat global. Ini bermaksud, seluruh dunia berhadapan dengan revolusi perindustrian keempat ini. Natiujahnya, industri pembinaan Malaysia perlu bersedia untuk menghadapi revolusi industri 4.0 demi meningkatkan inovasi dan ekonomi negara untuk bersaing dengan negara luar yang telah pun melaksanakan teknologi ini. IoT ialah komponen revolusi perindustrian 4.0. Pengguna akan mengalami kedua-dua hasil positif dan negatif hasil daripada IoT. Akibatnya, Malaysia tidak boleh ketinggalan dalam kemajuan teknologi terkini.

Terdapat beberapa masalah yang perlu dihadapi oleh pihak kontraktor untuk mengendalikan teknologi ini. Antaranya ialah kurang tenaga mahir untuk menggunakan teknologi ini. Pada masa kini, kerajaan banyak mengambil buruh yang kos rendah untuk bekerja dalam sektor pembinaan. Menurut Shukri (2020) Kekurangan pekerja mahir jelas menjadi faktor yang utama dalam penggunaan teknologi IoT. Sekiranya perkara ini tidak dipandang serius akan menyebabkan kesukaran dalam mengendalikannya. Oleh itu, kajian ini ingin mengkaji tentang tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan IoT, masalah yang dihadapi dalam mengendalikan teknologi IoT, dan langkah-langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi IoT. Oleh itu, objektif kajian ini adalah termasuk untuk (i) Mengenalpasti tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan, (ii) Mengenalpasti masalah yang dihadapi pihak kontraktor dalam mengendalikan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan, dan (iii) Mengkaji langkah-langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan.

Kajian ini dijalankan di negeri Selangor iaitu daerah Sepang. Menurut Rohaizah Zainal, (2022), Bandar Serenia bakal dibina sebanyak 4665 unit Rumah Selangorku bagi tempoh 2022 sehingga 2038 menerusi Projek Serenia City, Sepang. Kemudahan teknologi IoT ini akan memudahkan kerja-kerja pembinaan oleh pihak kontraktor dengan menjalankan sesuatu sistem yang lebih sistematik. Para pemilik rumah turut mengambil manfaat daripada IoT untuk menjadikan kediaman mereka sebagai rumah pintar (Smart House) (Zakiah, 2019). Kontraktor dari syarikat G7 akan menjadi responden dalam kajian ini. Responden akan menjawab borang soal selidik melalui Google Form.. Data diperolehi melalui kaedah kuantitatif. Populasi dalam penyelidikan ini terdiri daripada kontraktor G7 di Sepang

yang telah mendaftar iaitu seramai 71. Hasilnya, saiz sampel yang sepatutnya digunakan dalam kajian ini adalah lebih kurang 59 mengikut Krejcie dan Morgan (1970).

2. Kajian Literatur

2.1 Revolusi Industri 4.0

Sektor pembinaan sedang mengalami transformasi yang ketara hasil daripada IR 4.0 yang akan mengubahnya menjadi firma yang lebih maju dari segi teknologi membawa kepada revolusi perindustrian keempat (Greenwood, 2002). Konsep membina "kembar digital" bangunan atau infrastruktur adalah penting untuk membuat keputusan yang tepat dan bijak sepanjang hayat projek. IR 4.0 masih dalam fasa awal dari segi automasi proses dan pendigitalan, hal ini telah menyebabkan industri pembinaan ketinggalan jauh berbanding dengan industri lain (Ortiz, 2009). Akibatnya, kecekapan telah menurun dalam beberapa keadaan dan menjunam dalam beberapa tahun kebelakangan ini. Skim pengeluaran yang lebih pintar akan diguna pakai dalam sektor bangunan pada masa hadapan melalui penggunaan skim digital (Alaloul *et al.*, 2016).

Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0) kini tertumpu pada Revolusi Digital, yang menghubungkan teknologi dan manusia. Dengan mengaburkan sempadan, inovasi teknologi telah menemui kaedah baharu untuk entiti fizikal, digital dan biologi untuk memaparkan kebolehan mereka. Industri ini telah pun menjalankan tiga ulasan, setiap satu termasuk refleksi tentang amalan dan pengeluarannya. Pada abad kesembilan belas, kuasa wap mengubah tenaga, tenaga elektrik telah muncul pada abad kedua puluh, dan perubahan besar ketiga bermula sebelum pengkomputeran yang besar (Saldivar, 2015).

2.2 *Internet of Things* (IoT)

IoT ialah jaringan yang mencipta kecerdasan rangkaian dengan keupayaan untuk mengendalikan, memprogram dan mengesan secara automatik. Data yang diperoleh membolehkan peranti berinteraksi secara automatik tanpa memerlukan campur tangan manusia. Terdapat tiga komponen dalam IoT yang mungkin berfungsi sebagai penggerak utama di sebalik pelaksanaannya (Assan, 2018). Peranti sensor, rangkaian penyambung dan pengguna merupakan tiga komponen tersebut.

2.3 Tahap Kesedaran Penggunaan IoT oleh Pihak Kontraktor

Internet of things (IoT) merujuk kepada perubahan dalam teknologi yang memberi kesan ketara kepada kontraktor serta pemain dalam industri dari pelbagai sudut yang berbeza. Teknologi IoT dapat membantu dalam pengurusan harian lebih mudah untuk semua industri. Terdapat beberapa perkembangan IoT dalam industri pembinaan.

2.3.1 Alat Komunikasi

Platform media sosial seperti Facebook, Whatsapp, Zoom dan Telegram menjadi semakin popular sebagai alat komunikasi (Assan, 2018). Dengan menggunakan aplikasi, perbualan dalam kumpulan dapat dibincangkan terutamanya jika terdapat kekangan masa dan jarak. Kumpulan kerja juga boleh mengadakan perbincangan secara tidak rasmi dengan mudah hanya dengan aplikasi ini. Disebabkan salah satu ciri yang telah dinaik taraf, semua kertas kerja kini hanya boleh dihantar melalui media sosial (Assan, 2018).

Tambahan pula, pakar industri pembinaan telah menekankan e-tendering sebagai salah satu penyelesaian teknologi maklumat yang boleh membantu anjakan budaya industri dan meningkatkan prosedur industri (Lavelle, 2009). Industri hanya boleh mendapatkan maklumat mengenai tender yang disediakan oleh majikan untuk membida melalui sambungan internet. Oleh kerana jarak tidak lagi menjadi penghalang apabila menggunakan sistem ini, penggunaan e-tendering lebih memudahkan

penghantaran maklumat kepada pembida dan proses penyerahan kertas juga akan menjadi lebih cepat dan pantas (Assan, 2018).

2.3.2 Pengurusan Pekerja

Teknologi IoT sememangnya memberi keuntungan kepada semua pihak yang menggunakannya. Hal ini telah menyediakan sistem untuk pengurusan data pekerja kepada sistem gaji, pengurusan sumber manusia, kewangan dan sistem perancangan. Ini disebabkan dalam sektor pembinaan, organisasi mesti menyedari kehadiran pekerja dan kontraktor yang bekerja secara produktif yang perlu mematuhi peraturan di tempat kerja, undang-undang kesatuan sekerja, keselamatan optimum, dan kecekapan yang terbaik (Assan, 2018).

2.3.3 Mengesan Peralatan dan Jentera Pembinaan

Tindakan menjejaki alatan dan jentera mengambil masa yang lebih lama, terutamanya apabila alatan dan jentera berada jauh atau terlindung daripada pandangan. Masa yang terbuang untuk meneruskan pekerjaan akan memberi kesan dan boleh menyebabkan berlaku kelewatan kerja. Sensor yang diletakkan pada peralatan atau jentera sebagai sebahagian daripada kaedah IoT akan menghantar maklumat kepada penerima dalam bentuk data GPS (Assan, 2018). Akibatnya, masa carian mungkin dikurangkan dengan menjejaki keberadaan jentera yang hilang dan menentukan jumlah jentera di tapak selepas waktu kerja. Hasilnya, tugas penyeliaan jentera dan peralatan bagi memastikan semuanya berada dalam keadaan baik dan tersedia sepanjang masa akan dipermudahkan dan kos penyeliaan juga dapat dikurangkan.

2.3.4 Penyelenggaraan Peralatan dan Jentera

Setiap peralatan mempunyai tempoh penyelenggaraan yang berasingan. Dengan penggunaan sensor melalui kaedah IoT ia membolehkan pemindahan maklumat tentang keadaan semasa peralatan untuk tujuan penyelenggaraan dan pembaikan (Burger, 2017). Peralatan pembinaan berat sering dilengkapi dengan sensor yang akan dipantau dari jauh sebagai amaran untuk keperluan penyelenggaraan seperti kenaikan suhu, getaran yang berlebihan dan sebagainya (Levy, 2017). Akibatnya, organisasi boleh mengatur penyelenggaraan dan penggantian bahagian yang diperlukan tepat pada masanya (Cunha, 2014). Penyelenggaraan yang dilakukan tepat pada masanya boleh meningkatkan produktiviti peralatan atau jentera sebanyak 3% hingga 5%. (Honrubia, 2017).

2.3.5 Operasi Kawalan Jauh

Industri pembinaan sering mengalami persekitaran yang rumit yang memerlukan pemantauan yang berkesan untuk mengekalkan kelancaran operasi projek. Namun, disebabkan tapak projek yang luas dan jangka masa yang terhad, tidak semua kawasan projek dapat dipantau pada masa yang sama (Assan, 2018). Kecacatan dalam projek bangunan akan berpunca daripada pemantauan yang tidak berkala. Arahan dari jarak jauh boleh dikeluarkan menggunakan strategi IoT jika mesin dipautkan secara fizikal atau tanpa wayar ke rangkaian web. Sebagai contoh, jika dron mampu menerima arahan, ia akan berfungsi secara automatik di lokasi yang memerlukan pengawasan yang meluas (Burger, 2017). Menurut Nordin (2016), dron kadangkala digunakan sebagai alat untuk memantau kemajuan bangunan dan membantu penyelia menyelia operasi.

2.3.6 Memastikan Bahan Bekalan Sedia Ada

Kelewatan penghantaran bekalan ke tapak bangunan adalah perkara biasa memandangkan prosedur penghantaran mengambil masa yang lama. Akibatnya, penyelia bahan harus memerhatikan bekalan untuk memastikan ia sentiasa mencukupi. Apabila unit bekalan ditampal dengan tag RFID yang menggunakan pendekatan IoT, sistem secara automatik boleh menentukan kuantiti bahan (Assan, 2018). Apabila kiraan mencecah pada angka tertentu, sistem akan menghantar maklumat ke sistem pusat yang akan membuat pesanan yang banyak dan pantas. Ini boleh memendekkan masa yang

diperlukan untuk menunggu bahan sampai. Hal ini menyebabkan projek tersebut dapat disiapkan tepat pada masanya. Tambahan pula, kos untuk mendapatkan bekalan bahan dikawal dan diselia memandangkan syarikat tidak perlu memperoleh sejumlah bahan yang banyak berbanding dengan bahan yang diperlukan (Burger, 2017).

2.3.7 Kawalan Keselamatan

Jenayah berkaitan pembinaan seperti kecurian bahan merupakan perkara biasa di tapak pembinaan. Kecurian bahan di tapak pembinaan mungkin berlaku jika lokasi penyimpanan bahan tidak diawasi dengan ketat (Assan, 2018). Walau bagaimanapun, dengan tag RFID sebarang kecurian bahan atau komoditi dapat ditangani dengan mudah kerana sensor akan menunjukkan kedudukan semasa bahan dan peralatan (Cunha, 2014). Tambahan pula, menggunakan teknik IoT, pekerja boleh mengakses peta digital masa nyata tentang bahaya yang bakal berlaku dengan memaklumkan mereka tentang kehadiran risiko atau menghampiri zon bahaya (Honrubia, 2017). Jadual 1 meringkaskan dapatan dalam bahagian ini.

Jadual 1: Tahap kesedaran penggunaan IoT oleh pihak kontraktor

Penulis	Perkembangan IoT
Ali, 2012	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah pengguna internet untuk mengakses media sosial pada tahun 2011 mencecah 16 juta, berbanding pada tahun 2000 iaitu 3 juta.
Assan, 2018	<ul style="list-style-type: none"> Platform media sosial seperti Facebook, Whatsapp, Zoom dan Telegram menjadi semakin popular sebagai alat komunikasi. Semua kertas kerja kini hanya boleh dihantar melalui media sosial. Organisasi mesti menyedari kehadiran pekerja dan kontraktor yang bekerja secara produktif yang perlu mematuhi pematuhan di tempat kerja. Sensor yang diletakkan pada peralatan atau jentera sebagai sebahagian daripada kaedah IoT. Tidak semua kawasan projek dapat dipantau pada masa yang sama. Sistem secara automatik boleh menentukan kuantiti bahan. Kecurian bahan di tapak pembinaan mungkin berlaku jika lokasi penyimpanan bahan tidak diawasi dengan ketat.
Burger, 2017	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan sensor melalui kaedah IoT membolehkan pemindahan maklumat tentang keadaan semasa peralatan untuk tujuan penyelenggaraan dan pembaikan. Dron akan berfungsi secara automatik di lokasi yang memerlukan pengawasan yang meluas. Kos untuk mendapatkan bekalan bahan dikawal dan diselia memandangkan syarikat tidak perlu memperoleh sejumlah bahan yang banyak berbanding dengan bahan yang diperlukan.
Cunha, 2014	<ul style="list-style-type: none"> Organisasi boleh mengatur penyelenggaraan dan penggantian bahagian yang diperlukan tepat pada masanya. Dengan tag RFID sebarang kecurian bahan atau komoditi dapat ditangani dengan mudah kerana sensor akan menunjukkan kedudukan semasa bahan dan peralatan.
Honrubia, 2017	<ul style="list-style-type: none"> Penyelenggaraan yang dilakukan tepat pada masanya boleh meningkatkan produktiviti peralatan atau jentera sebanyak 3%.

2.4 Masalah dalam Pengendalian IoT

2.4.1 Pendedahan Maklumat Peribadi

Kebanyakan platform media sosial yang menyediakan panggilan video membolehkan pengguna mendengar perbualan atau melihat aktiviti sambil menghantar data tersebut kepada perkhidmatan awam untuk pemprosesan secara langsung mungkin akan melibatkan pihak ketiga (Mitchell, 2015). Oleh kerana data IoT adalah penting untuk meningkatkan kualiti hidup dalam penyediaan perkhidmatan, Pihak kontraktor terpaksa akur untuk mendedahkan privasi mereka.

2.4.2 Keselamatan

Menurut Lee dan Lee (2015), semakin banyak peranti yang dipautkan ke rangkaian IoT, lebih besar risiko keselamatan yang bakal dicerobohi. Walau bagaimanapun, IoT boleh meningkatkan kecekapan syarikat dan meningkatkan kualiti hidup pengguna. Selain itu, IoT juga berpotensi untuk menjadi sasaran serangan penggadam dan jenayah siber. Antara kelemahan yang ditemui ialah kekurangan sokongan penyulitan, keselamatan perisian yang tidak mencukupi dan hak akses yang tidak mencukupi. Grid pintar dan perlindungan fasiliti ialah dua contoh aplikasi IoT yang menyokong infrastruktur kritikal dan perkhidmatan penting. Kelemahan dalam bidang keselamatan dan privasi akan mengehadkan penggunaan IoT oleh pengguna mahupun firma (Nordin, 2016). Ini mungkin menjadi satu masalah kepada kontraktor untuk menggunakan teknologi yang baharu.

2.4.3 Pengurusan Data

Sensor dan peranti IoT akan mencipta sejumlah data yang besar untuk diproses dan disimpan. Oleh kerana peranti IoT akan digunakan dengan lebih meluas dan menggunakan rangkaian jalur lebar yang luas pada masa hadapan, penggunaan peranti IoT adalah penting untuk meningkatkan kecekapan dalam pemprosesan dan masa tindak balas (Lee & Lee, 2015). Pengurusan pengisian bahan mentah dalam pembinaan mungkin dikawal dengan cekap dan berkesan oleh pihak kontraktor sekiranya menggunakan kaedah IoT memandangkan IoT akan menghantar maklumat kepada sistem pusat sekiranya kekurangan sumber bahan binaan.

2.4.4 Kurang Tenaga Mahir

Menurut Kamble (2019), pengendalian dan pengurusan aplikasi IoT memerlukan pengetahuan dan pengalaman yang khusus. Penggunaan teknologi yang baru dibangunkan memerlukan set pengetahuan dan kebolehan tertentu (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Akibatnya, sektor pembinaan perlu bertanggungjawab kepada pekerja mereka untuk mendidik mereka tentang cara mengurus dan menggunakan aplikasi yang disediakan oleh IoT. Aplikasi *Internet of things* (IoT) memerlukan tahap kepakaran dan kebolehan yang tinggi untuk menukar data yang dikumpul menjadi maklumat yang berguna. Akibatnya, industri pembinaan perlu memainkan peranan dalam membuat usaha tambahan untuk mengajar kemahiran profesional kepada kontraktor kerana mereka mempunyai pendapat dan tahap penerimaan yang berbeza berkaitan dengan operasi IoT. Untuk meningkatkan kecekapan profesional pekerja dalam industri pembinaan, pendidikan dan latihan berterusan harus disediakan (Kathy, 2019).

2.4.5 Kos yang Tinggi

Menurut Luthra (2017), pelaburan yang tinggi diperlukan untuk perusahaan menggunakan teknologi IoT. Sebilangan besar peranti dan sensor menuntut perbelanjaan yang sangat tinggi untuk mendapatkan dan menjalankannya. Syarikat pembinaan perlu mempunyai latar belakang kewangan yang kukuh untuk menampung kos penggunaan peralatan *Internet of Things* (IoT) dan ini menyebabkan beberapa syarikat industri pembinaan tidak dapat menggunakan peralatan teknologi IoT kerana tidak mempunyai modal yang mencukupi untuk membeli peralatan tersebut.

2.4.6 Komunikasi

Menurut Oesterreich dan Teuteberg (2016), penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi di tapak bangunan memerlukan sambungan internet berkelajuan tinggi yang mudah didapati. Oleh sebab itu, proses menaik taraf rangkaian jalur lebar akan menjadi sukar sekiranya rangkaian jalur lebar di tapak bangunan sukar didapati. Sebagai contoh, jika tapak bangunan terletak di pinggir bandar, rangkaian komunikasi yang lemah akan menyebabkan kekuatan rangkaian internet menjadi perlahan, yang seterusnya akan memperlahankan kelajuan data dipindahkan atau diterima. Ini akan memberi kesan kepada pihak kontraktor dalam meneruskan kerja mereka. Jadual 2, meringkaskan dapatan bahagian ini.

Jadual 2: Masalah dalam pengendalian IoT

Penulis	Masalah dalam Pengendalian IoT
Assan, 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Peranti IoT menjana sejumlah besar datatermasuk lokasi dan pergerakan pengguna yang akan menimbulkan kebimbangan mengenai maklumat peribadi pengguna. • Kelemahan dalam bidang keselamatan dan privasi akan menghadkan penggunaan IoT oleh pengguna mahupun firma. • Industri perlu mengeluarkan perbelanjaan yang tinggi untuk menyediakan tempat penyimpanan data yang mencukupi.
Kamble, 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Pengendalian dan pengurusan aplikasi IoT memerlukan pengetahuan dan pengalaman yang khusus. • Organisasi mungkin tidak dapat menanggung risiko kerana pelaburan yang tidak dapat dikembalikan dan berkemungkinan mengakibatkan kerugian kewangan. • Komunikasi semasa menggunakan teknologi IoT, sambungan internet yang cemerlang adalah penting.
Kathy, 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk meningkatkan kecekapan profesional pekerja dalam industri pembinaan, pendidikan dan latihan berterusan harus disediakan.
Lee & Lee, 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Semakin banyak peranti yang dipautkan ke rangkaian IoT, lebih besar risiko keselamatan yang bakal dicerobohi. • Penggunaan peranti IoT adalah penting untuk meningkatkan kecekapan dalam pemprosesan dan masa tindak balas.
Luthra, 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Pelaburan yang tinggi diperlukan untuk perusahaan menggunakan IoT.
Mitchell, 2015	<ul style="list-style-type: none"> • Platform media sosial yang menyediakan panggilan video membolehkan pengguna mendengar perbualan atau melihat aktiviti sambil menghantar data tersebut kepada perkhidmatan awam untuk pemprosesan secara langsung mungkin akan melibatkan pihak ketiga.
Oesterreich & Teuteberg, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan teknologi yang baru dibangunkan memerlukan set pengetahuan dan kebolehan tertentu. • Penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi di tapak bangunan memerlukan sambungan internet berkelajuan tinggi yang mudah didapati.

2.5 Langkah-Langkah Meningkatkan Penggunaan IoT

2.5.1 Menawarkan Produk IoT Dengan Harga Yang Lebih Rendah

Pengilang perlu menetapkan harga yang berpatutan dan selaras dengan pembuatan barangan IoT untuk mencapai matlamat mereka untuk memenuhi permintaan yang tinggi untuk penggunaan IoT dalam sektor pembinaan. Kos setiap teknologi akan memberi kesan kepada keputusan pembelian akhir. Jika kos item yang berkaitan dengan *Internet of things* (IoT) terlalu tinggi, terdapat kemungkinan yang sangat tinggi dalam industri pembinaan untuk memiliki produk IoT. Hal ini akan menyebabkan pihak kontraktor terpaksa menanggung kos perbelanjaan yang tinggi untuk menyiapkan sesebuah bangunan. Untuk meningkatkan jualan dan permintaan dalam pemasaran produk IoT adalah dengan menetapkan pada harga yang berpatutan dengan produk tersebut. Oleh itu, pihak kerajaan perlu menyediakan subsidi untuk membolehkan pihak pengilang mengurangkan harga pengeluaran barang tersebut (Sarawakiana, 2017). Ini bertujuan untuk meningkatkan minat pihak kontraktor untuk mengambil peluang dalam teknologi moden ini.

2.5.2 Memperbanyakkan Produk IoT Dalam Pasaran

Bagi mentransformasikan teknologi baharu, pelaburan yang tinggi harus dilakukan untuk memiliki peralatan yang canggih (Irawanto, 2011). Di samping itu, pengembangan pasaran untuk produk IoT mungkin membolehkan pihak kontraktor mempunyai akses yang lebih meluas. Mereka yang terlibat dalam sektor pembinaan dapat menjalankan kerja mereka dengan lebih mudah sekiranya mereka dibekalkan dengan beberapa pilihan pendekatan yang berbeza untuk setiap operasi.

2.5.3 Memperbanyakkan Kempen dan Aktiviti Mengenai IoT

Tumpuan yang tinggi pada sesuatu teknologi perlu dititik beratkan agar dapat mempertingkatkan kemahiran tenaga kerja (Richard, 2017). Namun begitu, masih ramai yang belum mengenali teknologi ini dengan lebih mendalam. Oleh itu, dengan adanya aktiviti mahupun kempen mengenai teknologi ini mampu meningkatkan lagi tahap pemahaman pihak kontraktor mengenai teknologi ini. Antara manfaat yang diperolehi dengan menjalankan kempen ini mampu memberi pengetahuan mengenai teknologi IoT. Pihak kontraktor perlu melibatkan diri dalam sesuatu perkara yang memberi latihan dan meningkatkan kemahiran dalam pekerjaan.

Jadual 3: Langkah-langkah untuk meningkatkan penggunaan IoT

Penulis	Langkah Meningkatkan Penggunaan IoT
Irawanto (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Pelaburan yang tinggi harus dilakukan untuk memiliki peralatan yang canggih
Richard (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Tumpuan yang tinggi pada sesuatu teknologi perlu dititik beratkan agar dapat mempertingkatkan kemahiran tenaga kerja.
Sarawakiana (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Pihak kerajaan perlu menyediakan subsidi untuk membolehkan pihak pengilang mengurangkan harga pengeluaran barang tersebut.

3. Metodologi Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia. Kaedah penyelidikan adalah di mana kaedah pengumpulan data untuk tujuan penyelidikan dikenal pasti. Dalam kaedah ini, kaedah soal selidik telah digunakan. Pengkaji perlu membuat soal selidik terhadap 59 orang responden yang terdiri daripada kontraktor kelas G7 di Sepang, Selangor. Bagi mendapatkan semua maklumat yang relevan daripada responden untuk kajian ini, pengkaji

memilih untuk menggunakan metodologi kuantitatif. Kaedah kajian ini dipecahkan kepada beberapa peringkat bagi mendapatkan maklumat yang teratur.

3.1 Rekabentuk Kajian

Penyelidikan bermula dengan mengenal pasti masalah dan isu dalam industri pembinaan. Pada masa itu, objektif dicipta untuk mengarahkan penyelidikan dan kajian yang baik. Untuk mempunyai bukti yang baik dan terbukti, banyak jurnal daripada penyelidik telah diambil dan diteliti. Rekabentuk kajian adalah ditentukan oleh tujuan kajian. Reka bentuk kajian ialah kaedah untuk mengekstrak data daripada data yang diperolehi. Pengumpulan data, pengukuran dan analisis adalah tiga reka bentuk kajian utama (Maccioni, 2020). Reka bentuk penyelidikan yang cemerlang merendahkan data berat sebelah dan meningkatkan keyakinan terhadap kebolehpercayaan data. Rekabentuk dibina untuk menjelaskan tentang setiap peringkat yang dilaksanakan dengan bertujuan mencapai objektif kajian yang telah ditetapkan.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ialah proses mengumpul maklumat daripada semua sumber yang berkaitan untuk menyelesaikan masalah kajian dan menilai keputusan. Kaedah mengumpul data dikelaskan kepada dua jenis: kaedah pengumpulan data primer dan kaedah pengumpulan data sekunder.

3.2.1 Data Primer

Data primer ialah maklumat yang dikumpul oleh penyelidik khusus untuk sesuatu konsainan penyelidikan. Dalam erti kata lain, data primer ialah maklumat yang perlu dikumpulkan oleh penyelidik dan disimpan dengan sewajarnya. Data ini perlu disusun dan menerbitkan maklumat dengan cara yang betul supaya boleh diakses oleh orang ramai. Data primer adalah data yang diperolehi terus daripada sumbernya. Tujuan penyelidikan ini, ia meliputi soalan soal selidik melibatkan responden yang dikenalpasti iaitu kontraktor G7 di Sepang, Selangor. Pengumpulan data ini melibatkan borang soal selidik yang diedarkan secara atas talian.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang dikumpul oleh pihak yang tidak berkaitan dengan kajian penyelidikan tetapi mengumpul data ini untuk mana-mana tujuan lain dan pada masa yang berbeza pada masa lalu (Hox & Boeije, 2005). Data sekunder pula diperolehi dari sumber bahan bacaan bercetak dan tidak bercetak. Antaranya adalah seperti jurnal, majalah, buku, garis panduan dan laporan. Manakala, bahan yang tidak bercetak adalah seperti laman web sesawang, kajian terdahulu dan perangkaan telah dikumpulkan melalui kajian literatur.

3.3 Populasi

Populasi ialah kumpulan orang yang berbeza, sama ada negeri atau sekumpulan orang dengan ciri yang serupa. Dalam statistik, populasi ialah sekumpulan orang yang daripadanya sampel statistik diambil untuk penyelidikan. Akibatnya, sebarang koleksi orang yang berkongsi sesuatu ciri boleh dipanggil populasi. Penyelidikan ini akan dijalankan oleh terhadap pihak kontraktor di Sepang yang menggunakan teknologi IoT. Menurut CIDB,(2022) seramai 71 kontraktor telah berdaftar pada tahun itu.

3.4 Persampelan

Menggunakan kaedah persampelan, penyelidik boleh memilih data daripada populasi yang lebih luas untuk mencipta sampel. Titik sampel, unit persampelan atau pemerhatian adalah salah satu daripada komponen ini (McCombes, 2019). Untuk melakukan penyelidikan, persampelan adalah kaedah yang berguna. Sama ada ia mustahil atau terlalu mahal dan memakan masa untuk melakukan

penyelidikan ke atas keseluruhan populasi. Hasilnya, penyelidik boleh membuat kesimpulan tentang populasi secara keseluruhan dengan menganalisis sampel.

3.5 Analisis Data

Responden bertindak sebagai peranan penting dalam penyelidikan dengan membekalkan maklumat untuk tinjauan soal selidik. Secara amnya, responden dipilih daripada populasi yang besar. Walau bagaimanapun, ia menunjukkan tidak praktikal untuk menyiasat setiap ahli populasi tertentu semasa menjalankan penyelidikan. Kerana bilangan orang terlalu ramai. Sampel adalah sumber bahan untuk melukis sampel yang memerlukan reka bentuk yang baik dan pelaksanaan sampel rawak yang baik. Responden dalam kajian ini adalah kontraktor G7 di kawasan Sepang.

Kaedah kuantitatif merupakan pendekatan sesebuah kajian yang biasa, dan ia termasuk dalam penyiasatan empirikal atau statistik (Newman dan Benz, 2016). Pendekatan kajian ini untuk mengumpul data yang mungkin dianalisis dan difahami secara matematik dan dipindahkan dalam bentuk graf, jadual dan statistik (Craswell, 2014). Pendekatan kuantitatif dalam penyelidikan digunakan adalah untuk mencapai matlamat objektif kajian.

4. Dapatan Kajian dan Perbincangan

4.1 Analisis Data

Data yang diperolehi daripada hasil kajian ialah melalui soalan soal selidik yang dijalankan kepada responden yang terlibat iaitu pihak kontraktor G7 di daerah Sepang. Pengkaji telah mengedarkan soalan soal selidik melalui 'google form'. Penganalisan data bagi kajian ini adalah analisis demografi, analisis tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan, analisis masalah yang dihadapi pihak kontraktor dalam mengendalikan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan dan langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan. Kajian ini melibatkan 59 orang responden. Namun begitu, sebanyak 30 borang soal selidik yang berjaya diperolehi daripada jumlah keseluruhan soal selidik yang diedarkan. Ini menunjukkan jumlah kadar responden yang terlibat dalam kajian ini sebanyak 51%. Perisian Statistical Package for Social Science (SPSS) 20.0 digunakan dalam menganalisis data ini.

a) Demografi Responden

Pada bahagian demografi, latar belakang para responden yang terlibat akan dikenalpasti mengikut jenis dan bentuk kajian. Bagi kajian ini, latar belakang responden terdiri daripada empat bahagian iaitu umur, bangsa, tahap pendidikan dan tempoh pengalaman dalam industri pembinaan. Seramai 30 orang responden yang terlibat dalam kajian ini.

Jadual 4: Analisis demografi responden

Item	Kekerapan	Peratusan (%)
Umur		
18-28 tahun	8	27
29-39 tahun	11	37
40-49 tahun	6	20
50-59 tahun	4	13
60 tahun dan ke atas	1	3
Bangsa		
Melayu	25	83
Cina	4	13
India	1	4
Tahap Pendidikan		
Sijil	0	0
Diploma	6	20
Ijazah Sarjana Muda	20	67
Ijazah Sarjana	4	13
Tempoh Pengalaman		
1-5 tahun	10	33
6-10 tahun	13	44
11-15 tahun	3	10
15 tahun dan ke atas	4	13

b) Tahap Kesedaran Pihak Kontraktor Terhadap Perkembangan *Internet Of Things* (Iot) Dalam Industri Pembinaan

Jadual 5 menunjukkan analisis data tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan dalam bahagian B. Berdasarkan penilaian yang telah dijalankan, penyelidik mendapati alat komunikasi merupakan faktor utama dalam tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan IoT dengan nilai purata yang tertinggi iaitu 4.4111. Hal ini dapat dilihat dengan jelas setelah penyelidik membuat penilaian jumlah purata bagi faktor-faktor tersebut seperti di Jadual 5.

Jadual 5: Analisis tahap kesedaran pihak kontraktor

Tahap Kesedaran Pihak Kontraktor	Industri pembinaan pada masa kini banyak menggunakan teknologi IoT.	4.1333	2
	Pihak kontraktor mengenali dan mengetahui kebaikan dan kelebihan IoT	4.2000	
	Kadar penggunaan IoT semakin meningkat semasa pandemic Covid-19.	4.3667	
Alat Komunikasi	IoT merupakan salah satu alat komunikasi	4.4333	
	Boleh berhubung dalam jarak jauh	4.3667	
	Kertas kerja boleh dihantar melalui media sosial	4.4333	
Pengurusan Pekerja	Teknologi IoT memudahkan dalam pengurusan pekerja.	4.2667	2
	Berlaku peningkatan dalam kualiti pekerjaan.	4.2667	
	Tempoh masa pembinaan akan menjadi	4.1667	

	lebih cepat.		
Mengesan Peralatan dan Jentera Pembinaan	Meletakkan sensor di peralatan atau jentera	4.1000	5
Operasi Kawalan Jauh	Boleh beroperasi dalam kawalan jarak jauh	4.0667	3
	Penggunaan dron dalam Pembinaan	4.3000	
Kawalan Keselamatan Dapat Dipertingkatkan	Adanya sensor di setiap peralatan dan bahan.	4.0333	4
	Mengesan lokasi peralatan dan jentera.	4.2000	
	Pekerja boleh mengakses peta digital.	4.2000	

c) Masalah Yang Dihadapi Pihak Kontraktor Dalam Mengendalikan Teknologi *Internet Of Things* (IoT) Dalam Industri Pembinaan

Jadual 6 menunjukkan analisis data masalah yang dihadapi pihak kontraktor dalam mengendalikan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan dalam bahagian C. Berdasarkan penilaian yang telah dijalankan, penyelidik mendapati komunikasi merupakan masalah utama yang dihadapi pihak kontraktor dalam mengendalikan IoT dalam industri pembinaan dengan nilai purata yang tertinggi iaitu 4.3500. Hal ini dapat dilihat dengan jelas setelah penyelidik membuat penilaian jumlah purata bagi masalah-masalah tersebut. Masalah komunikasi ini masih berlaku di kawasan luar bandar kerana tahap rangkaian internet yang masih rendah.

Jadual 6: Analisis masalah yang dihadapi pihak kontraktor

	Item	Min	Kedudukan
Pendedahan Maklumat Peribadi	Berlaku masalah pendedahan maklumat peribadi.	3.8000	5
	Menjadi sasaran jenayah siber.	3.8000	
Keselamatan	Risiko kebocoran maklumat syarikat.	4.2333	4
Kurang Tenaga Mahir	Memerlukan tenaga mahir yang berpengetahuan khusus mengenai IoT.	4.3000	2
	Kos dalam latihan dan pendidikan yang disediakan setiap organisasi.	3.9667	
Kos yang tinggi	Kos yang tinggi untuk memiliki teknologi IoT.	4.0000	3
	Kerajaan tidak memberi isentif yang banyak untuk meningkatkan teknologi dalam industri pembinaan.	4.2000	
	Kos penyelenggaraan dan baik pulih yang tinggi.	4.1667	
	Peningkatan kos upah terhadap buruh mahir.	4.0333	
Komunikasi	Jaringan internet yang rendah	4.3333	1
	Sukar mendapati rangkaian internet di luar bandar	4.3667	

d) Langkah-Langkah Untuk Meningkatkan Tahap Penggunaan Teknologi *Internet Of Things* (IoT) Dalam Industri Pembinaan

Jadual 7 menunjukkan rumusan analisis data bagi langkah-langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan dalam bahagian D. Berdasarkan penilaian yang telah dijalankan, penyelidik mendapati memperbanyakkan kempen dan

aktiviti mengenai IoT merupakan langkah yang boleh dilakukan untuk meningkatkan penggunaan teknologi IoT dalam industri pembinaan dengan nilai purata yang tertinggi iaitu 4.5166. Oleh itu, pihak yang bertanggungjawab perlu mengadakan sebarang kempen ataupun aktiviti untuk meningkatkan penggunaan IoT dalam kalangan kontraktor.

Jadual 7: Langkah-Langkah untuk Meningkatkan Tahap Penggunaan *Internet Of Things*

	Item	Min	Kedudukan
Menawarkan Produk IoT Dengan Harga Yang Lebih Rendah	Menetapkan harga yang berpatutan dan selaras dengan pembuatan barangan IoT	4.3000	
	Pihak kerajaan perlu menyediakan subsidi kepada pihak pengilang untuk mengurangkan harga pengeluaran barang	4.3000	3
Memperbanyakkan Produk IoT Dalam Pasaran	Meluaskan lagi pasaran peranti IoT dalam sektor pembinaan	4.3333	2
		4.5000	
Memperbanyakkan Kempen dan Aktiviti Mengenai IoT	Memperbanyakkan kempen penggunaan IoT dalam industri pembinaan		1
	Menyediakan latihan yang khusus untuk meningkatkan kemahiran pekerja	4.5333	

5. Kesimpulan

Dalam kajian ini, sebanyak 30 set borang soal selidik berjaya dianalisis daripada jumlah keseluruhan yang telah diedarkan dengan kadar responden sebanyak 51%. Menurut Ahmad (2016) jumlah kadar 30% daripada jumlah keseluruhan telah dikira mencukupi untuk meneruskan penilaian borang soal selidik ini. Responden dalam kajian ini adalah merupakan individu profesional yang berkhidmat di kontraktor kelas G7 di Sepang, Selangor. Berdasarkan maklumat daripada CIDB (2022) sebanyak 71 buah syarikat pembinaan yang memegang gred G7 yang berdaftar di daerah tersebut. Hasil penilaian berpandukan jadual dan rumusan Krejcie & Morgan (1970) menyelidik mendapati sampel bagi kajian adalah seramai 59. Secara amnya, objektif yang dinyatakan dalam kajian ini telah dijawab dengan jayanya.

Berdasarkan keseluruhan dapatan kajian, kajian ini mempunyai persamaan dengan kajian-kajian yang dilakukan sebelum ini walaupun kajian lepas telah dijalankan pada tempat dan waktu yang berlainan. Ini menunjukkan IoT adalah salah satu teknologi yang telah berkembang sejak kebelakangan ini dalam industri pembinaan Malaysia yang telah dikenali ramai. Kajian ini telah membuktikan wujudnya tahap kesedaran pihak kontraktor terhadap perkembangan IoT dalam industri pembinaan. Selain itu, kajian ini juga menunjukkan bahawa teknologi IoT merupakan satu isu yang penting kerana ia bakal memberi kesan positif dan juga kesan negatif kepada semua pihak jika tidak dikawal dengan baik. Justeru itu, bagi mengelakkan sebarang masalah yang perlu dihadapi oleh pihak kontraktor dalam pengendalian teknologi IoT. Pihak berwajib seperti pihak kerajaan, JKPP, CIDB, CIOB, dan organisasi perunding perlu bekerjasama dalam melaksanakan langkah-langkah untuk meningkatkan tahap penggunaan teknologi (IoT) dalam industri pembinaan. Dengan adanya kerjasama daripada pelbagai pihak, pretasi industri pembinaan di Malaysia dapat ditingkatkan dengan adanya kualiti kerja yang semakin baik dan setaraf dengan peringkat antarabangsa.

Terdapat beberapa cadangan yang boleh diambil oleh pengkaji pada masa akan datang bagi meningkatkan tahap penggunaan teknologi *internet of things* (IoT) dalam industri pembinaan dan penambahbaikan dalam perkembangan kajian. Berdasarkan kajian ini, tahap penggunaan IoT boleh dikatakan berada pada paras yang memuaskan dalam industri pembinaan. Namun begitu, masih terdapat

sesetengah pihak yang masih belum menyedari akan kehadiran teknologi IoT. Terdapat juga kesan negatif yang akan menyebabkan pengguna tidak mahu mengendalikan teknologi ini lagi. Oleh itu, penyelidik mencadangkan kepada industri dan pihak-pihak yang terlibat seperti CIDB dan JKPP agar mampu meningkatkan tahap penggunaan IoT dalam industri pembinaan.

Manakala bagi mana-mana individu ataupun pihak yang berminat untuk membuat kajian mengenai perkara ini amatlah digalakkan akan ada penambahbaikan. Bahagian cadangan ini bertujuan untuk memberi sedikit idea mahupun gambaran awal untuk kajian ini. Disini terdapat beberapa cadangan yang boleh dilakukan pada masa akan datang iaitu:

i) Sekiranya pengkaji yang akan datang ingin menjalankan kajian mengenai perkara ini, mereka boleh menjalankan penyelidikan secara dua kaedah serentak iaitu; kualitatif dan juga kuantitatif agar mendapat data yang lebih terperinci dan tepat.

ii) Menjalankan penyelidikan mengenai teknologi IoT yang sering digunakan dalam industri pembinaan yang boleh meningkatkan kualiti dalam pembinaan pada masa akan datang.

Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan dan semua responden yang terlibat dalam kajian ini.

Rujukan

Abdullah, M. K. (1989). Modeling of Swirling Fluidized Bed Hydrodynamic Characteristics. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Ph.D. Thesis (Example for a thesis).

Abbas, M. (2017). Internet Saling Berhubung (IoT) Adoption Challenges in Malaysia. Dicapai pada Oktober 7, 2022, dari LinkedIn: [https://www.linkedin.com/pulse/InternetSalingBerhubung\(IoT\)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlan-abbas](https://www.linkedin.com/pulse/InternetSalingBerhubung(IoT)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlan-abbas)

Ahmad, F. (2016). Basic Statistical Analysis: Step by Step using SPSS. First Edition. Penerbit Universiti Tun Hussien Onn Malaysia.

Alaloul W.S., Liew M.S., and Zawawi, Identification of coordination factors affecting building projects performance. Alexandria Engineering Journal, 2016. 55(3): p. 2689- 2698. 2.

Alaloul, W. S., Liew, M., Zawawi, N. A. W. A., & Kennedy, I. B. (2020). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. Ain Shams Engineering Journal, 11(1), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010>

Ali, N. A. (2012). Laman Media Sosial : Trend Komunikasi Masa Kini. Kuala Lumpur: Dimensi Koop. Assan, L. (2018). Potensi Internet Saling Berhubung (Internet of Things) dalam Industri Pembinaan di

Malaysia. Projek Sarjana Muda, UTM

Burger, R. (2017). How "The Internet of Things" is Affecting the Construction Industry. Dicapai pada 21 October, 2022, dari <https://www.thebalance.com/howinternet-affects-the-construction-industry-845320>

CIDB. (2022). Retrieved from Centralized Information Management System: <https://cims.cidb.gov.my/smis/regcontractor/reglocalsearchcontractor.vbhtml>

- Cunha, L. (25 February, 2014). Building with the Internet of Things in the Construction Industry. Retrieved from To Increase: <https://www.to-increase.com/internet-of-things-construction/>
- Chua, Yan Piaw., 2006. Kaedah Penyelidikan Buku 1 Edisi Kedua. Malaysia: McGraw-Hill.Goddard, W., & Melville, S. (2004). Research methodology: An introduction: Juta and Company Ltd.
- Creswell, J.W. (2014) Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc
- Field, A. (2009). Discovering Statistis Using SPSS. 2nd Edition. London. Sage Publication.
- Honrubia, M. (2017). Internet Saling Berhubung (IoT) in Construction Industry: 3 Sectors Benefiting from this Technology. Dicapai pada 21 November, 2022, dari Ennomotive: [https://www.ennomotive.com/Internet Saling Berhubung \(IoT\)-in-construction-industry/](https://www.ennomotive.com/Internet Saling Berhubung (IoT)-in-construction-industry/)
- Irawanto, R. (2011). Revolusi Industri 4.0. Kosmo Online. Dicapai pada May 13, 2022, dari http://ww1.kosmo.com.my/kosmo/content.asp?y=2017&dt=0830&pub=Kosmo&sec=Rencana_Utama&pg=ru_02.htm
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2021). Laporan Statistik Negeri Selangor ST12021. MALAYSIA: Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A., Parekh, H. & Joshi, S., (2019). Modeling the Internet of Things Adoption Barriers in Food Retail Supply Chains. Journal of Retailing and Consumer Services, 48, pp.154-168.
- Kathy, B., (2019). IoT Benefits, Challenges for Property Management. New Straits Time 17 January. Retrieved 2 June, 2020, from <https://www.nst.com.my/property/2019/%2001/451515/iot-benefits-challenges-propertymanagement>
- Krejcie, R dan Morgan D. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. Educational dan Phsysiological Measurement. 30(1), 607-610.
- Lavelle, D (2009). E-tendering in construction: time for a change? Built Environment Research Paper, 104 Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (Internet Saling Berhubung (IoT)): Applications, investments, and challenges for enterprises. Business Horizons (58), 431-440
- Levy, J. (2017). Internet of Things blog. Dicapai dari 4 BIG ways the Internet Saling Berhubung (IoT) is impacting design and construction: [https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/4-big-ways-theInternet Saling Berhubung \(IoT\)-is-impacting-design-and-construction/](https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/4-big-ways-theInternet Saling Berhubung (IoT)-is-impacting-design-and-construction/)
- Lueth, K. L. (2020). The 10 IoT applications in 2020. Dicapai pada Julai 8, 2022, Dari Internet Saling Berhubung (IoT) Analytics: <https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/>
- Luthra, S., Garg, D., Mangla, S.K. & Berwal, Y.P.S., (2018). Analyzing Challenges to Internet of Things (IoT) Adoption and Diffusion: An Indian Context. Procedia Computer Science, 125, pp. 733-73
- Mitchell, R. (2015). 5 challenges of the Internet of Things. Dicapai pada 21 November, 2022, dari ISOC, Internet of Things: <https://blog.apnic.net/2015/10/20/5-challenges-of-the-internet-of-things/>

- Shamsuddin M.A. (2019). RM109 Juta Bagi Pembangunan Luar Bandar di Terengganu Berita Harian Diterbitkan April 25, 2019 dari <https://www.bharian.com.my/berita/wilayah/2019/04/557314/rm109-juta-bagi-pembangunan-luar-bandar-di-terengganu>
- Mohd Noor M.H. (2021). DSNN Posisikan Malaysia Sebagai Pembangun Teknologi Utusan Malaysia Diterbitkan November 16, 2021 dari <https://www.utusan.com.my/terkini/2021/11/dsnn-posisikan-malaysia-sebagai-pembangun-teknologi/>
- Nordin, R. (2016). Objek Rangkaian Internet (Internet of Things) – Perkembangan Terkini dan Potensi di Malaysia. Dicapai pada 18 November, 2022 dari Majalah Sains: <http://www.majalahsains.com/objekrangkaiantinternet-internet-of-things-perkembangan-terkini-dan-potensi-di-malaysia/>
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. Elsevier
- Rancang Tumpu Insentif Cukai Kepada Industri 4. Berita Sarawakiana. Dicapai pada Oktober 13, 2022, dari <http://www.sarawakiana.net/2017/07/bajet-2018-kerajaan-rancang-tumpu.html>
- Raja Rahim, R.N. (2021). ECRL Dijangka Siap Mengikut Jadual Harian Metro diterbitkan Oktober 5, 2021 dari <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2021/10/762794/ecrl-dijangka-siap-mengikut-jadual-metrotv>
- Richard, R. J. (2017, July 29). HRDF prepares for 4th Industrial Revolution with new initiatives. Borneo Post Online. Dicapai pada Oktober 4, 2022, dari <http://www.theborneopost.com/2017/07/29/hrdf-prepares-for4th-industrial-revolution-with-new-initiatives/social>. Prentice Hall/Pearson Malay
- Mohamad S. Revolusi Industri 4.0: Cabaran dan Peluang Dicapai pada Jun 2, 2022, dari Terengganu Strategic & Integrity Institute (TSIS).