

Cabaran Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Industri Pembinaan di Malaysia

Zairus Fadela Zakaria¹ & Mohd Yamani Yahya^{1,*}

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

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2023.04.01.085>

Received 31 March 2023; Accepted 30 April 2023; Available online 1 June 2023

Abstract: The Internet of Things (IoT) is a network of technologies that use sensors, software, and other technologies to connect and exchange data with other devices and systems over the internet. However, several issues arise from the use of IoT, such as a lack of exposure to new technologies. Traditional construction methods are usually more appealing to older people in the construction industry than more modern and technological methods. As a result, the objectives of this study were to examine the types of IoT technology used in the Malaysian construction industry, the frequency with which IoT technology is applied in the Malaysian construction industry, and the challenges associated with using IoT in the Malaysian construction industry. This study employed a quantitative approach, with questionnaires distributed to 66 G7 contractors in Johor Bahru as respondents. Data is analysed using descriptive statistics and the Statistical Package for Social Science (SPSS) software. The study discovered that the main types of IoT used in the Malaysian construction industry are Building Information Modeling (BIM). While the main challenge of using IoT in the Malaysian construction industry was a lack of skilled manpower, such as a lack of knowledge and skills in handling IoT technology, as well as a lack of training and courses to improve employees' professional skills. Finally, it is hoped that the contractor will take an open role in raising community awareness about the use of IoT in the Malaysian construction industry, as well as steps to improve the use of IoT in the Malaysian construction industry.

Keywords: Internet of Things, Construction Industry, Contractor, Quantitative, Malaysia

Abstrak: Internet Saling Berhubung atau Internet of Things (IoT) ialah rangkaian teknologi yang disambungkan dengan penerima, perisian dan teknologi lain untuk tujuan menyambung dan bertukar data dengan peranti dan sistem lain melalui internet. Namun, terdapat pelbagai masalah yang timbul daripada penggunaan IoT ini seperti kekurangan pendedahan kepada teknologi baharu. Kebiasaannya, golongan lama dalam industri pembinaan lebih tertarik kepada cara pembinaan tradisional

berbanding cara yang lebih moden dan berteknologi. Oleh itu, objektif kajian ini adalah mengkaji jenis-jenis teknologi Internet of Things (IoT) yang digunakan dalam industri pembinaan di Malaysia, mengkaji kekerapan pengaplikasian teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan di Malaysia dan mengenalpasti cabaran penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan di Malaysia. Penyelidikan ini menggunakan kaedah kuantitatif melalui pengedaran borang soal selidik kepada responden iaitu seramai 66 kontraktor G7 di Johor Bahru. Analisis data adalah melalui penggunaan kaedah statistik diskriptif dengan menggunakan perisian Statistical Package of Social Science (SPSS). Kajian mendapati jenis-jenis IoT yang utama digunakan dalam industri pembinaan di Malaysia ialah Building Information Modeling (BIM). Manakala cabaran utama penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia ialah kekurangan tenaga mahir seperti kurang tahap pengetahuan dan kemahiran dalam mengendalikan teknologi IoT serta kurang latihan dan kursus untuk meningkatkan kemahiran profesional pekerja. Kesimpulannya, diharapkan pihak kontraktor mengambil peranan secara terbuka untuk meningkatkan tahap kesedaran masyarakat tentang penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia serta langkah bagi mempertingkatkan penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia.

Kata kunci: Internet Saling Berhubung, Industri Pembinaan, Kontraktor, Kuantitatif, Malaysia

1. Pengenalan

Menurut Bridges (1997), Internet ialah rangkaian global komputer dan pelayan yang saling berhubung dan berkomunikasi antara satu sama lain menggunakan protokol piawai. Ia membolehkan pertukaran maklumat, termasuk teks, audio, video, dan multimedia lain serta perkongsian sumber seperti kuasa pengkomputeran dan storan. Internet menyediakan pelbagai perkhidmatan, termasuk e-mel, mesej segera, beli-belah atas talian, rangkaian sosial dan banyak lagi. Ia juga membolehkan orang ramai mengakses sejumlah besar maklumat dan sumber, termasuk berita, penyelidikan dan hiburan (ITU, 2020). *Internet of Things* (IoT) ialah rangkaian teknologi yang disambungkan dengan penerima, perisian dan teknologi lain untuk tujuan menyambung dan bertukar data dengan peranti dan sistem lain melalui internet (Macaulay & Kuckelhaus, 2015). Selain itu, IoT merupakan satu teknologi yang mampu memindahkan data melalui jaringan tanpa perlu berinteraksi antara manusia dan manusia, atau manusia dengan komputer (Abbas, 2017).

Bermula dengan revolusi industri 1.0 iaitu wap, revolusi industri 2.0 berasaskan elektrik, revolusi industri 3.0 merupakan teknologi maklumat. Revolusi industri 4.0 merupakan industri pendigitalan. Internet of Things (IoT) merupakan asas kepada industri baru ini (Schwab, 2016). Internet of Things (IoT) ialah rangkaian teknologi yang disambungkan dengan penerima, perisian dan teknologi lain untuk tujuan menyambung dan bertukar data dengan peranti dan sistem lain melalui internet (Macaulay & Kuckelhaus, 2015). Selain itu, IoT merupakan satu teknologi yang mampu memindahkan data melalui jaringan tanpa perlu berinteraksi antara manusia dan manusia, atau manusia dengan komputer (Abbas, 2017). Penggunaan IoT dalam industri pembinaan semakin meningkat. Produk IoT mempunyai fungsi seperti penghantaran, pemprosesan data, rangkaian dan pengesanan. Perkembangan IoT bukan sahaja bergantung kepada kemajuan dan perkembangan teknologi, tetapi juga mempengaruhi peningkatan persepsi sosial, pengetahuan, peraturan dan undang-undang (Abbas, 2017). Oleh itu, industri pembinaan harus menitikberatkan penggunaan aplikasi IoT untuk kemajuan industri pembinaan supaya tidak ketinggalan berbanding dengan industri-industri lain. Hal ini kerana, industri pembinaan akan menjadi semakin kompleks dan rumit pada masa hadapan.

Menurut Afandi (2017), industri ini berkembang dan berubah adalah disebabkan oleh penemuan teknologi baru yang merupakan faktor yang mendorong perubahan dunia. Pelaksanaan Industri 4.0

dalam pembinaan perlu mengambil perhatian terhadap cabaran seperti keselamatan data, penyepaduan sistem, kekurangan penyeragaman, dan keperluan pekerja mahir agar dapat bersaing dengan negaranegara yang maju. Kemajuan teknologi telah membawa kepada perubahan dramatik dalam sektor pekerjaan (Nigro, 2016). Ini kerana, munculnya teknologi IR 4.0 iaitu IoT yang boleh menggantikan tenaga buruh. Maka secara langsung penglibatan manusia semakin berkurang (Irawanto, 2011; Zhou, Liu, & Zhou, 2015). Menurut Faisal (2017), negara perlu bersedia menghadapi masalah pengangguran akibat daripada pembangunan teknologi yang semakin berkembang. Rubaneswaran (2017) mengatakan bahawa akan berlaku pengurangan tenaga buruh asing kerana kemunculan IoT. IoT berpotensi untuk menambah baik pelbagai tugas dalam industri pembinaan seperti pengurusan bangunan, penyelenggaraan, keselamatan tapak dan keselamatan. Apabila teknologi yang maju ini boleh memantau sistem bangunan dan mengumpul data ia mengakibatkan berlaku pengurangan terhadap permintaan tenaga buruh, seperti (Digest, 2018).

Selain itu, majikan perlu lebih menumpukan pada peningkatan kemahiran pekerja agar dapat seiring dengan kemunculan kemajuan teknologi. Menurut Kamble (2019), dengan adanya teknologi yang baru, namun tahap kemahiran dan pengetahuan yang tinggi perlu dipertingkatkan. Tahap pengetahuan dan kemahiran tertentu sangat penting dalam menggunakan teknologi IoT (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Disebabkan kekurangan pendedahan kepada teknologi baharu ini, golongan lama dalam industri pembinaan lebih tertarik kepada cara pembinaan tradisional berbanding cara yang lebih moden dan berteknologi. Kebanyakan kontraktor tidak menggunakan teknologi IoT dalam industri pembinaan kerana kurangnya tenaga kerja mahir dalam menggunakan teknologi ini. Jika tiada penyelesaian dari mana-mana pihak maka masalah ini akan sentiasa berlarutan. Syarikat pembinaan mungkin perlu membangunkan strategi untuk melatih semula tenaga kerja semasa mereka, dan merekrut pekerja baharu dengan kemahiran yang diperlukan untuk bekerja dengan teknologi IoT (Kathy, 2019). Oleh itu, kajian ini penting untuk mengkaji cabaran-cabaran dalam penggunaan IoT dalam industri pembinaan. Menurut Lueth (2015), penggunaan IoT dalam industri pembinaan hanya 25% sahaja berbanding sektor lain. Usaha perlu dipertingkatkan bagi mencapai tahap revolusi industri 4.0 (Rubaneswaran, 2017). Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengkaji jenis-jenis IoT yang digunakan dalam industri pembinaan di Malaysia dan juga untuk mengenalpasti cabaran penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia.

Kajian ini memfokuskan kepada pihak yang terlibat dalam industri pembinaan iaitu kontraktor gred G7 yang berada di Johor Bahru bagi mendapatkan data untuk penyelidikan ini. Johor Bahru menjadi faktor pemilihan lokasi kajian adalah kerana jumlah bilangan kontraktor G7 adalah tertinggi mengikut daerah di negeri Johor (CIDB, 2022). Hal ini jelas menunjukkan bahawa aktiviti pembinaan di daerah tersebut giat dijalankan. Menurut CIDB (2022), pemegang gred G7 adalah sebanyak 513 buah syarikat kontraktor di Johor Bahru. Kajian ini akan dilakukan kepada sebilangan sampel daripada keseluruhan jumlah populasi kontraktor tersebut. Pemilihan skop kajian ini adalah kerana keupayaan pihak industri pembinaan dalam pengaplikasian teknologi IoT.

2. Kajian Literatur

2.1 Revolusi Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0 diperkenalkan untuk menggambarkan trend ke arah peningkatan penggunaan teknologi maklumat dan automasi dalam hampir semua sektor perindustrian (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Menurut Keong (2017) Revolusi Industri 4.0 adalah teknologi yang boleh bertindak untuk menghantar, dan menerima arahan yang disambungkan kepada sistem melalui rangkaian komunikasi. Menurut Schwab (2016), terdapat sembilan teras utama dalam Revolusi Industri 4.0 seperti Internet Saling Berhubung, Robot Autonomi, Simulasi, Integrasi Antara Sistem, Sekuriti Siber, Pengkomputeran Awan, Kecerdasan Buatan, *Augmented Reality* (AR) dan Data Raya.

2.1.1 Sembilan Teras Utama Revolusi Industri 4.0

(a) *Internet Saling Berhubung (IoT)*

Internet of Things (IoT) ialah rangkaian teknologi yang disambungkan dengan penderia, perisian dan teknologi lain untuk tujuan menyambung dan bertukar data dengan peranti dan sistem lain melalui Internet. Melalui teknologi ini, sistem pengurusan bangunan boleh dikawal dan dipantau dari jauh (Ashton, 2009).

(b) *Robot Autonomi (Autonomous Robots)*

Robot autonomi ialah transformasi tenaga manusia kepada penggunaan tenaga robot. Robot ini dilengkapi dengan sensor yang merevolusikan industri pembinaan dengan meningkatkan kecekapan dan keselamatan, serta mengurangkan kos buruh. Robot ini boleh digunakan untuk pelbagai tugas seperti ukur, pemeriksaan, dan pemetaan tapak pembinaan, serta penghantaran bahan dan operasi peralatan berat. Ia juga boleh digunakan untuk melakukan tugas berbahaya, seperti bekerja di tempat tinggi atau dalam persekitaran berbahaya. (Rubmann, 2015).

(c) *Simulasi*

Simulasi iaitu Virtual Reality (VR) ialah kemampuan untuk mencipta model bangunan secara maya serta membolehkan arkitek dan pembina membayangkan reka bentuk sebelum ia dibina. (Tatic & Tesic, 2017). VR juga boleh digunakan untuk latihan pembinaan dan keselamatan seperti berlatih menggunakan peralatan yang berat dengan selamat dan terkawal (Wang & Li, 2020). (d) Integrasi Sistem (Sistem Integration) Menurut Papadonikolaki & Kalaitzidou (2018), Integrasi sistem dalam industri pembinaan merujuk kepada proses menggabungkan sistem dan teknologi yang berbeza untuk meningkatkan kecekapan dan produktiviti projek pembinaan. Ini termasuk sistem perisian dan perkakasan yang berbeza seperti membina perisian BIM, perisian pengurusan projek dan sistem berasaskan sensor.

(e) *Sekuriti Siber (Cybersecurity)*

Keselamatan siber boleh ditakrifkan sebagai langkah atau kaedah terbaik yang diambil untuk melindungi daripada serangan siber dan melindungi maklumat sensitif dalam industri pembinaan. Menurut Xu, Shen & Wang (2020), dengan peningkatan penggunaan teknologi dalam industri pembinaan, industri telah menjadi lebih terdedah kepada serangan siber. Papan pemuka keselamatan siber Design Build menjejaki data dan maklumat tentang keselamatan siber dalam pembinaan.

(f) *Pengkomputeran Awan (Cloud Computing)*

Pengkomputeran awan diperkenalkan oleh Oracle Cloud merujuk kepada penggunaan teknologi berasaskan awan untuk menyimpan, mengurus dan berkongsi data serta aplikasi yang berkaitan dengan projek pembinaan (Kim, Bae & Lee, 2019). Dengan menggunakan penyelesaian berasaskan awan, syarikat pembinaan boleh bekerjasama dengan lebih mudah bersama ahli pasukan, rakan kongsi dan pelanggan kerana ia boleh diakses data dan aplikasi dimana-mana sahaja.

(g) *Kecerdasan Buatan (Addictive Manufacture)*

Pembuatan Aditif atau percetakan 3D, ialah teknologi yang membolehkan penciptaan objek tiga dimensi dengan membina lapisan bahan seperti logam, plastik atau konkrit menggunakan perisian dan peralatan khusus (Lim, 2012). AM dalam pembinaan berpotensi untuk merevolusikan cara bangunan direka bentuk, dibina dan diselenggara (Knaack, Reinhert & Helms, 2017).

(h) *Augmented Reality (AR)*

Augmented Reality (AR) ialah teknologi yang meningkatkan persepsi pengguna terhadap dunia dengan maklumat digital seperti gambar, video atau model 3D atas pandangan mereka terhadap dunia sebenar (Tatic & Tesic, 2017). AR boleh digunakan untuk meningkatkan komunikasi dan kerjasama antara pihak berkepentingan yang berbeza, seperti arkitek, jurutera dan pekerja pembinaan, dengan memberikan mereka pemahaman yang lebih terperinci dan tepat tentang reka bentuk dan susun atur bangunan atau projek infrastruktur.

(i) *Data Raya (Big Data)*

Data besar merujuk kepada set data yang besar dan kompleks yang dijana daripada pelbagai sumber seperti data penderia daripada peralatan pembinaan, sistem automasi bangunan dan media sosial. Dalam pembinaan, data besar boleh digunakan untuk menambah baik pelbagai aspek proses pembinaan seperti perancangan, reka bentuk, pembinaan dan penyelenggaraan (Portela, 2016). Kemunculan revolusi 4.0 memerlukan pengurusan yang cekap untuk mengumpul data yang bersaiz besar.

2.2 Internet Saling Berhubung (IoT)

Internet Saling Berhubung (IoT) pertama kali dicipta oleh Kevin Ashton, perintis teknologi British, pada tahun 1999. Menurut Ashton, IoT ialah penyatuan dunia nyata dengan internet melalui penggunaan penderia dan penggerak yang tertanam dalam aktiviti harian (Ashton, 2009). IoT ialah rangkaian teknologi yang disambungkan dengan penderia, perisian dan teknologi lain untuk tujuan menyambung dan bertukar data dengan peranti dan sistem lain melalui internet (Macaulay & Kuckelhaus, 2015). Menurut Chase (2013) mentakrifkan teknologi IoT adalah teknologi pintar yang boleh dikawal secara langsung ataupun tidak. IoT mengandungi 3 komponen utama seperti peranti sensor, rangkaian sambungan dan pengguna yang menjadi penggerak kepada pengaplikasiannya. (Zhou, 2013). Melalui teknologi ini, sistem pengurusan bangunan boleh dikawal dan dipantau dari jauh (Ashton, 2009).

2.3 Jenis IoT Yang Digunakan Dalam Industri Pembinaan Di Malaysia

(a) *Dron*

Dron digunakan terutamanya untuk penjejakan dan komunikasi kemajuan, prapembinaan dan perancangan tapak, kawalan dan jaminan kualiti dan pengurangan risiko tapak kerja. Dron membolehkan tugas diautomasikan dan dijalankan selari dengan operasi. Pemeriksaan kini boleh dilakukan semasa pembinaan sedang dijalankan bagi memastikan kelancaran sesuatu projek (Burger, 2017). Teknologi ini boleh dikawal dari jauh dengan menyambungkan kepada jaringan web secara fizikal tanpa wayar (Nordin, 2016).

(b) *Tag RFID*

RFID ialah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengenal pasti dan menjejak objek atau individu. Teknologi tag RFID semakin digunakan pada projek pembinaan untuk meningkatkan kecekapan, mengurus aset dan mengurangkan kecurian. Sistem RFID iaitu pemancar radio dua hala yang memancarkan isyarat kepada label atau tag (Burger, 2017). Tag mengandungi mikrochip untuk menyimpan dan memproses maklumat dan antena yang menerima dan menghantar isyarat kepada pembaca. Tag ini boleh digunakan untuk menjejak lokasi, penggunaan dan status penyelenggaraan peralatan serta memastikan peralatan diselenggara dengan betul dan tersedia untuk digunakan. (Levy, 2017).

(c) *Google Glass*

Google Glass ialah peranti Android yang mempunyai kawalan suara dan gerakan yang menyerupai sepasang cermin mata dan memaparkan maklumat secara langsung pada penglihatan pengguna. *Google Glass* boleh memberi realiti yang jelas dengan menggunakan VR yang berasaskan lokasi untuk

memberikan maklumat yang berkaitan. Teknologi ini boleh memberi arahan secara nyata kepada pekerja dengan menggunakan *Google Glass*. (Burger, 2017).

(d) *Building Information Modeling* (BIM)

Konsep BIM telah diperkenalkan sejak 1970 oleh Profesor Charles M. Eastman. BIM ialah teknologi yang boleh mencipta dan mengurus maklumat. Pemantauan pembinaan boleh dilakukan dengan memasang sensor di bangunan yang telah dibina. BIM boleh meningkatkan dan menambah baik proses perancangan, reka bentuk dan pembinaan projek (Levy, 2017). Aplikasi BIM dalam projek pembinaan membawa banyak faedah kepada industri pembinaan seperti meningkatkan komunikasi kepada pekerja binaan dan memudahkan keputusan reka bentuk yang lebih pantas (Burger, 2017).

(e) *Smart Watch*

Jam tangan pintar ialah peranti yang boleh menyambung ke telefon pintar atau peranti lain untuk mengakses pelbagai ciri dan fungsi seperti pemesanan mesej, penjejakan kecergasan dan perkhidmatan lokasi (McGarry, 2016). *Smart Watch* mampu merekodkan postur pekerja, kadar denyutan jantung, suhu badan, gerakan berulang. Teknologi ini boleh dianalisis untuk menilai risiko dan mencegah kemalangan dan kecederaan. Penderia juga boleh memberi amaran kepada pengurusan daripada tergelincir, jatuh, atau masalah-masalah lain. Jika kemalangan berlaku, peranti boleh membuat pemberitahuan mengenainya dengan segera (Nordin, 2016).

2.4 Cabaran Penggunaan IoT Dalam Industri Pembinaan Di Malaysia

(a) *Cabaran Kekurangan Tenaga Mahir*

Menurut Kamble, (2019) operasi dan pengendalian aplikasi IoT memerlukan kemahiran yang pakar. Tahap pengetahuan dan kemahiran tertentu sangat penting dalam menggunakan teknologi IoT (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Ini bermakna syarikat pembinaan perlu melabur dalam latihan dan pembangunan untuk tenaga kerja semasa mereka, atau mengupah pekerja baharu dengan kemahiran yang diperlukan untuk bekerja dengan teknologi IoT (Kathy, 2019). Namun menurut Tang (2019), pusat latihan khusus dalam IoT adalah sukar didapati.

(b) *Cabaran Komunikasi*

Menurut Oesterreich & Teuteberg (2016), capaian internet yang pantas dan mudah diakses di tapak pembinaan adalah sangat penting dalam penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi. Peranti IoT dapat mengumpul dan berkongsi data, ia perlu disambungkan ke internet (Kamble, 2019). Ini boleh menjadi masalah di kawasan tertentu tapak pembinaan, seperti lokasi bawah tanah atau terpencil, di mana sambungan internet mungkin terhad atau tidak wujud. Ini boleh menyukarkan pekerja untuk mengakses data yang sedang dikumpul oleh peranti, dan juga boleh menyukarkan untuk mengurus dan mengawal peranti dari jauh (Syamsul, 2018).

(c) *Cabaran Kos*

Menurut Luthra (2017), penggunaan teknologi IoT memerlukan pelaburan yang sangat tinggi oleh organisasi. Kos peranti dan penderia IoT adalah berbeza-beza bergantung pada teknologi, ciri dan keupayaan tertentu. Kos untuk membeli dan mengendalikan peranti dan sensor adalah sangat tinggi. Penggunaan IoT memerlukan kewangan yang kukuh bagi menampung segala kos dalam industri pembinaan kerana perlu diselenggara, dikemas kini dan diganti dari semasa ke semasa (Kamble, 2019).

(d) *Cabaran Pengurusan Data*

Dengan peningkatan bilangan peranti yang disambungkan, jumlah data yang dijana oleh IoT berkembang pesat, mewujudkan cabaran untuk penyimpanan dan pemprosesan (Hossain, 2019). Data yang diperolehi daripada data besar akan menyebabkan ketidaktepatan pemilihan data dalam

melaksanakan fungsi tertentu (Lee & Lee, 2015). Data Besar juga merupakan data yang kompleks dan sukar untuk difahami dalam fungsi-fungsi tertentu (Matharu, 2014).

(e) Cabaran Keselamatan

Menurut Lee & Lee (2015), memandangkan semakin banyak peranti yang disambungkan diperkenalkan ke dalam IoT yang boleh mengakibatkan ancaman keselamatan semakin meningkat. Segala maklumat dan entiti komponen dalam penggunaan IOT akan lebih terdedah kepada ancaman luar seperti penggadam dan penjenayah siber kerana sambungan ke internet. Oleh itu, IOT terdedah kepada serangan berterusan jika tidak dilindungi (Babar, 2016). Selain itu, beberapa aplikasi IoT yang lain boleh menghasilkan data peribadi dengan mudah dari segi lokasi rumah, kesihatan dan kewangan. Pengguna dan firma akan mengehadkan penggunaan IoT kerana risau akan menimbulkan ancaman keselamatan kepada mereka (Matharu, 2014).

(f) Kehilangan Peluang Pekerjaan

Kehilangan peluang pekerjaan seperti buruh kasar, kakitangan keselamatan dan pengurus bangunan boleh berlaku akibat daripada penggunaan IoT dalam industri pembinaan. Ini kerana banyak tugas yang biasanya dilakukan oleh manusia seperti reka bentuk, pengurusan projek, dan juga pembinaan kini boleh dilakukan dari jauh menggunakan teknologi IoT. IoT boleh menyebabkan kehilangan pekerjaan dalam beberapa bidang industri pembinaan atau ia akan memberi tekanan kepada pekerja binaan untuk meningkatkan kemahiran dan menyesuaikan diri dengan teknologi baharu untuk terus bekerja (MPDigest, 2018).

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Bagi tujuan kajian ini, kaedah kuantitatif digunakan untuk mencapai objektif kajian. Kajian menggunakan soal selidik adalah kaedah yang boleh dipercayai dan cepat untuk mengumpul maklumat daripada responden. Kuantitatif sebagai kaedah penyelidikan yang menjelaskan penemuannya dalam bentuk per nomboran. Penyelidikan kuantitatif dilaksanakan melalui penetapan soalan dan tinjauan yang relevan dengan objektif kajian yang ditetapkan dalam bentuk soalan berstruktur sebelum menentukan sampel populasi mengikut Krejcie dan Morgan (1970).

3.2 Kajian Rintis

Kajian rintis dijalankan sebelum melaksanakan kajian penuh dan mengedarkan borang soal selidik dalam talian kepada responden. Dalam kajian rintis, seramai 10 orang responden di Johor Bahru telah menjawab soal selidik dalam talian yang disediakan. Menurut Bullen (2021), selepas reka bentuk soal selidik kajian disiapkan, 5 hingga 10 responden daripada populasi sasaran dipilih.

3.2.1 Analisis Kebolehpercayaan

Alpha Cronbach digunakan untuk menentukan kebolehpercayaan tinjauan skala Likert yang berbilang soalan. Soalan-soalan ini menilai pembolehubah terpendam, yang tersembunyi atau tidak boleh diperhatikan seperti ketelitian, neurosis atau keterbukaan seseorang (Glen, 2021). George & Mallery (2003) menawarkan peraturan asas berikut: " $\alpha > 0.9$ – Cemerlang, $\alpha > 0.8$ – Baik, $\alpha > 0.7$ – Boleh Diterima, $\alpha > 0.6$ – Boleh dipersoalkan, $\alpha > 0.5$ – Lemah, dan $\alpha < 0.5$ – Tidak boleh diterima". Mengikut keputusan analisis kebolehpercayaan pada data yang dikumpul, Alpha Cronbach ialah 0.983, menunjukkan bahawa soal selidik itu boleh dipercayai dan item-item mempunyai ketekalan dalaman yang agak tinggi.

3.3 Pengumpulan Data

Menurut Kabir (2016), data primer adalah maklumat yang dikumpul daripada pengalaman langsung. Data primer dikumpul dengan tujuan untuk mengenal pasti masalah dalam penyelidikan. Dalam kajian ini, data primer digunakan untuk mencapai semua objektif kajian. Soalan yang akan dikemukakan dalam soal selidik akan tertumpu kepada objektif kajian. Selepas mengumpul data kajian dengan menggunakan borang soal selidik, analisis data yang dikumpul melalui daripada eksperimen, tinjauan, temu bual, pemerhatian dan soal selidik (Kabir, 2016). Data primer bagi kajian ini diperolehi menggunakan kaedah kuantitatif melalui borang soal selidik yang diedarkan kepada responden sasaran.

3.4 Analisis Data

Analisis data ialah proses mengumpul, memodelkan, dan menganalisis data untuk mendapatkan pandangan yang boleh digunakan untuk membuat keputusan (Calzon, 2021). Semua data yang dikumpul melalui kaedah kuantitatif akan dianalisis menggunakan perisian Statistical Package for Social Sciences (SPSS). SPSS akan menunjukkan keputusan dalam carta dan jadual grafik yang boleh membantu pengkaji menganalisis data dalam bentuk yang jelas. Akhir sekali, bagi kesemua objektif, perisian SPSS telah dianalisis untuk mendapatkan data daripada responden.

3.5 Populasi dan Sampel

Sampel yang tepat ialah sampel yang memenuhi semua kriteria seperti kecekapan, keterwakilan, kebolehppercayaan dan kebolehsuaian (Kothari, 2004). Populasi sasaran kajian ini adalah kontraktor Gred G7 di kawasan Johor Bahru. Menurut Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB), terdapat sejumlah 513 kontraktor G7 yang berdaftar di bawah CIDB. Namun kajian ini akan dilakukan kepada sebilangan sampel daripada keseluruhan jumlah populasi kontraktor Gred G7 tersebut. Selain itu, untuk menentukan saiz sampel bagi populasi, jadual saiz mengikut (Krejcie & Morgan, 1970). Saiz sampel dalam penyelidikan ini ialah 217 kontraktor G7.

4. Analisis Data dan Dapatan Kajian

Set soal selidik telah diedarkan kepada kontraktor G7. Sebanyak 217 set soal selidik telah diedarkan kepada kontraktor G7 dan hanya 66 (30%) set soal selidik telah dikembalikan dengan jawapan dan digunakan untuk tujuan analisis data. Data pada Bahagian A dalam borang soal selidik dianalisis dengan frekuensi di mana hasil data terhasil dalam bentuk rajah dan carta. Bahagian B dan Bahagian C pula dianalisis menggunakan analisis diskriptif dengan mendapatkan nilai min. Semua analisis dilakukan dengan menggunakan perisian Statistical Packages for Social Science (SPSS).

4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 1 menunjukkan rumusan analisis data responden kontraktor G7 dalam bahagian A. Peratusan responden lelaki yang disoal selidik adalah lebih tinggi berbanding responden perempuan dengan nilai 51.5% mewakili 34 orang. Peratusan majoriti umur responden adalah responden yang berumur antara 20 hingga 29 tahun iaitu 42.4% yang mewakili 28 orang responden. Seterusnya, jawatan iaitu jurutera awam sebagai responden tertinggi dengan nilai 31.8% iaitu 11 responden. Selain itu, majoriti pengalaman bekerja responden dalam industri pembinaan adalah kurang dari 5 tahun dengan peratusan 37.9%, mewakili 25 responden. Yang terakhir, peratusan majoriti sektor yang terlibat adalah responden yang bekerja dengan swasta iaitu 59.1% yang mewakili 39 orang responden.

Jadual 1: Latar belakang responden

No	Latar Belakang Responden	Kekerapan	Peratus (%)
1	Jantina		
	Lelaki	34	51.5
	Perempuan	32	48.5

2	Umur		
	20-29 Tahun	28	42.4
	30-39 Tahun	15	22.7
	40-49 Tahun	11	16.7
	50 Tahun dan Keatas	12	18.2
3	Jawatan		
	Pengurus Projek	8	27.3
	Pengurus Tapak	15	22.7
	Jurutera Awam	21	31.8
	Juru Ukur Bahan	11	16.7
	Lain-lain	1	1.5
4	Pengalaman Bekerja Dalam Industri Pembinaan		
	Kurang dari 5 Tahun	25	37.9
	6-10 Tahun	20	30.3
	11-15 Tahun	9	13.6
	Lebih dari 16 Tahun	12	18.2
5	Sektor Yang Terlibat		
	Kerajaan	27	40.9
	Swasta	39	59.1

4.2 Jenis-jenis IoT Yang Digunakan Dalam Industri Pembinaan

Bahagian ini terdiri daripada 14 jenis teknologi IoT. Responden disoal berkaitan tahap persetujuan mengenai jenis-jenis IoT yang digunakan dalam industri pembinaan. Jadual 2 menunjukkan rumusan analisis data kontraktor G7.

Jadual 2: Jenis-jenis teknologi IoT

No	Jenis-jenis IoT	Purata	Tahap Persetujuan	Kedudukan
1	Dron	3.07	Sederhana	10
2	Kereta Pintar	3.30	Sederhana	4
3	Scan Marker	3.22	Sederhana	6
4	Google Glass	3.33	Sederhana	2
5	Building Information Modeling (BIM)	3.39	Sederhana	1
6	Media Sosial	3.03	Sederhana	11
7	August Smart Lock	3.16	Sederhana	8
8	E-tendering	3.25	Sederhana	5
9	Sensor Forklift	3.19	Sederhana	7
10	Smart Watch	3.01	Sederhana	12
11	Tag RFID	2.98	Sederhana	13
12	Tong Sampah Pintar	3.31	Sederhana	3
13	Wasmote Plug & Sense	3.09	Sederhana	9
14	Connected Parking	2.96	Sederhana	14

Berdasarkan analisis deskriptif objektif 1 mendapati bahawa jenis-jenis teknologi Internet of Things (IoT) yang digunakan dalam industri pembinaan adalah Building Information Modeling (BIM). Purata responden yang menyatakan bahawa BIM berada pada tahap persetujuan “sederhana” dengan nilai min sebanyak 3.39. Kajian mendapati mendapati IoT yang digunakan oleh kontraktor G7 di Johor Bahru ialah Building Information Modeling (BIM). Jelas bahawa, kontraktor banyak terlibat dengan penggunaan BIM (Khairudin et al., 2022). BIM boleh digunakan untuk kerja-kerja pemeriksaan dan penyiasatan oleh jurutera semasa berada di tapak pembinaan. (Eastman et al., 2011). BIM boleh memaparkan segala data dan maklumat berkenaan dengan bahagian yang diperiksa melalui peranti

mudah alih. Dengan ini, permasalahan data yang terkumpul menerusi model BIM boleh dilakukan penyemakan dan pengenalpastian terhadap lokasi yang berlaku oleh jurutera (Tsai et al., 2014).

Seterusnya, responden juga bersetuju bahawa kereta pintar adalah teknologi Internet of Things (IoT) yang digunakan dalam industri pembinaan dan nilai min ialah 3.30. Responden bersetuju bahawa teknologi IoT yang digunakan dalam industry pembinaan ialah E-tendering iaitu 3.25 nilai min. Diikuti dengan Scan Marker dengan nilai min 3.22. Selain itu, responden juga bersetuju bahawa teknologi IoT iaitu Sensor Forklift (3.19) dan seterusnya August Smart Lock merupakan teknologi IoT yang digunakan dalam industri pembinaan dengan nilai min 3.16. Kemudian, responden juga bersetuju bahawa Waspnote Plug & Sense (3.09) adalah jenis teknologi IoT yang digunakan dalam industri pembinaan. Dron (3.07), Media Sosial (4.10), Smart Watch (3.01), Tag RFID (2.98). Selain itu, nilai terendah merupakan Connected Parking dimana nilai min sebanyak 2.96 dengan tahap persetujuan “sederhana” dan berada pada tahap kedudukan 14. Manakala, Google Glass dengan nilai min 3.33 dengan tahap persetujuan “sederhana”. Kemudian diikuti dengan tong sampah pintar sebanyak 3.31 dan kereta pintar nilai min ialah 3.30.

4.4 Cabaran penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia

Responden yang terdiri daripada kontraktor G7 di sekitar kawasan Johor Bahru telah memberi maklum balas mengenai tahap persetujuan mereka di dalam bahagian ini. Tahap persetujuan kontraktor terhadap cabaran penggunaan IoT dalam industri pembinaan di Malaysia seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Cabaran penggunaan IoT

No	Cabaran Penggunaan IoT	Purata	Tahap Persetujuan	Kedudukan
	Cabaran Kekurangan Tenaga Mahir	3.98	Tinggi	1
1	Kurang tahap pengetahuan dalam mengendalikan teknologi IoT	4.07	Tinggi	1
2	Kurang tahap kemahiran dalam mengendalikan teknologi IoT	3.95	Tinggi	2
3	Kurang latihan untuk meningkatkan kemahiran profesional pekerja	3.95	Tinggi	2
4	Kurang kursus untuk meningkatkan kemahiran profesional pekerja	3.93	Tinggi	4
	Cabaran Komunikasi	2.98	Sederhana	6
1	Cabaran gangguan komunikasi dalam menggunakan teknologi IoT	3.00	Sederhana	1
2	Sukar mendapatkan capaian internet yang pantas dan mudah diakses di tapak pembinaan	2.96	Sederhana	2
	Cabaran Kos	3.95	Tinggi	2
1	Kos penyediaan yang tinggi dari segi peralatan	4.10	Tinggi	1
2	Kos penyediaan yang tinggi dari segi kepakaran	3.89	Tinggi	3
3	Kos operasi peranti IoT adalah tinggi	3.96	Tinggi	2
4	Kos penyelenggaraan peranti IoT adalah tinggi	3.84	Tinggi	4
	Cabaran Keselamatan	3.87	Tinggi	3
1	Berpotensi meningkatkan ancaman keselamatan oleh penggodam siber	3.87	Tinggi	1
2	IoT boleh menghasilkan data peribadi dengan mudah	3.86	Tinggi	2
	Cabaran Peraturan	3.13	Sederhana	4

1	Penyelewengan oleh pengeluar adalah tinggi	3.13	Sederhana	1
2	Pengguna akan tertipu dengan teknologi yang canggih jika peraturan yang tidak ketat	3.13	Sederhana	1
	Kehilangan Peluang Pekerjaan	3.13	Sederhana	4
1	Bergantung kepada penggunaan teknologi IoT secara berlebihan	3.19	Sederhana	1
2	Bergantung kepada penggunaan teknologi IoT secara berlebihan	3.07	Sederhana	2

Jadual 3 menunjukkan min cabaran penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan. Berdasarkan Jadual 4.4, majoriti responden sangat bersetuju bahawa cabaran penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan adalah kekurangan tenaga mahir dengan nilai min tertinggi, 3.98. Cabaran kekurangan tenaga mahir seperti kurang tahap pengetahuan dalam mengendalikan teknologi IoT yang mempunyai min 4.07, kurang tahap kemahiran dalam mengendalikan teknologi IoT dan kurang latihan untuk meningkatkan kemahiran profesional pekerja masing-masing mempunyai nilai min yang sama iaitu 3.95. Nilai min yang paling rendah iaitu 3.93 bagi cabaran kekurangan tenaga mahir ialah kurang kursus untuk meningkatkan kemahiran profesional pekerja. Kemudian, responden juga bersetuju bahawa cabaran kos (3.9546) merupakan cabaran penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan seperti kos penyediaan yang tinggi dari segi peralatan (4.10), kos operasi peranti IoT adalah tinggi (3.96), kos penyediaan yang tinggi dari segi kepakaran (3.89) serta kos penyelenggaraan peranti IoT adalah tinggi (3.84).

Berdasarkan keputusan yang diperoleh daripada analisis data soal selidik, responden juga bersetuju bahawa cabaran keselamatan adalah cabaran penggunaan teknologi IoT dalam industri pembinaan dengan nilai min 3.87. Cabaran ini berpotensi meningkatkan ancaman keselamatan oleh penggodam siber (3.87) dan IoT boleh menghasilkan data peribadi dengan mudah (3.86). Selain itu, responden juga bersetuju cabaran peraturan dan kehilangan peluang pekerjaan dengan nilai min, 3.13. Cabaran peraturan ini seperti penyelewengan oleh pengeluar adalah tinggi dan pengguna akan tertipu dengan teknologi yang canggih jika peraturan yang tidak ketat (3.13). Responden bersetuju dengan cabaran kehilangan peluang pekerjaan (3.13) kerana mereka akan bergantung kepada penggunaan teknologi IoT secara berlebihan (3.19) serta evolusi IoT banyak mengambil alih tugas yang dilakukan oleh buruh (3.07).

Seterusnya, berdasarkan keputusan yang diperoleh daripada data yang dianalisis, responden bersetuju bahawa cabaran komunikasi merupakan masalah penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industri pembinaan iaitu nilai min ialah 2.98. Majoriti responden berpendapat cabaran ini seperti gangguan komunikasi dalam menggunakan teknologi IoT dengan nilai min 3.00 dan sukar mendapatkan capaian internet yang pantas dan mudah diakses di tapak pembinaan (2.96). Berdasarkan kajian Zureen (2018) mengatakan cabaran yang dihadapi adalah kekurangan tenaga mahir seperti kurang pengetahuan dan kemahiran tertentu. Tahap pengetahuan dan kemahiran tertentu sangat penting dalam menggunakan teknologi baru (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Syarikat pembinaan mungkin perlu membangunkan strategi untuk melatih semula tenaga kerja semasa mereka, dan merekrut pekerja baharu dengan kemahiran yang diperlukan untuk bekerja dengan teknologi IoT (Kathy, 2019).

5. Kesimpulan

Berdasarkan data daripada soal selidik yang dijawab oleh responden menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa *Building Information Modeling* (BIM) merupakan teknologi IoT yang digunakan dalam industri pembinaan. Kemudian, majoriti responden bersetuju bahawa tahap pengaplikasian IoT iaitu *Smart Watch* adalah sering digunakan dalam industri pembinaan. Seterusnya,

majoriti responden bagi cabaran penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam industry pembinaan adalah dari segi kekurangan tenaga mahir.

Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih dan penghargaan kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, UTHM atas segala bantuan yang diberikan.

Rujukan

- Abbas, M (2017). Internet Saling Berhubung (IoT) Adoption Challenge in Malaysia. Dicapai Daripada Linked: [https://www.linkedin.com/pulse/InternetSalingBerhubung\(IoT\)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlanabbas](https://www.linkedin.com/pulse/InternetSalingBerhubung(IoT)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlanabbas)
- Ashton, K. (2009). That "internet of things" thing. *RFID Journal*, 7(22), 97-114.
- Bridges, A. H. (1997). Implications of the Internet for the construction industry. *Automation in Construction*, 45-49
- Bullen, P. B. (2021). How to pretest and pilot a survey questionnaire - tools4dev. Tools4dev. Retrieved from <https://www.tools4dev.org/resources/how-to-pretest-and-pilot-a-survey-questionnaire/>
- Burger, R. (2017). How "The Internet of Things" is Affecting the Construction Industry. Dicapai daripada <https://www.thebalance.com/howinternet-affects-the-construction-industry-845320>
- Calzon, B. (2021). What Is Data Analysis? Methods, Techniques, Types & How-To. BI Blog | Data Visualization & Analytics Blog | Datapine. Retrieved from <https://www.datapine.com/blog/data-analysis-methods-andtechniques/>
- Chase, J. (2013). The evolution of the internet of things. Texas: Texas instrument. CIDB. (2022). Centralized Information Management System. Retrieved from <https://cims.cidb.gov.my/smis/regcontractor/reglocalsearchcontractor.vbhtml>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers. Glen, S. (2021). Cronbach's Alpha: Simple Definition, Use and Interpretation - Statistics How To. Statistics How To. Retrieved from <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/statisticsdefinitions/cronbachs-alpha-spss/>
- Hossain, M.S., Hasan, M.S., & Islam, M.S. (2019). IoT data management challenges and solutions: a survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 15(2), 154-182.
- Ibrahim, M. (2013). bab empat: analisis dan dapatan kajian 4.0. UM Student's Repository, 95-154. Retrieved from http://studentsrepo.um.edu.my/5421/2/BAB_EMPAT.pdf
- ITU (2020). Definition of the internet. Geneva, Switzerland: International Telecommunications Union.
- 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 from <https://www.nst.com.my/property/2019/%2001/451515/iot-benefits-challenges-property-management>.
- Khairudin, K. I., & Yahya, M. Y. (2022). Penggunaan Teknologi Permodelan Maklumat Bangunan (BIM) Dalam Fasa Pembinaan Bagi Menambahbaik Proses Pembinaan Di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 3(1), 582-595
- Knaack, U., Reinhart, G., & Helms, J. (2017). Additive manufacturing in the construction industry – A review. *Automation in Construction*, 82, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.05.009>
- Kothari, C. R. (2004). *New Age International Research Methodology: Methods and Techniques*. New Delhi: New Age International (P) Ltd.
- Kothari, C. R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*: New Age International.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610
- 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-the-Internet-Saling-Berhubung\(IoT\)-is-impacting-design-and-construction/](https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/4-big-ways-the-Internet-Saling-Berhubung(IoT)-is-impacting-design-and-construction/)
- Lueth, K. L. (2015). The 10 most popular Internet of Things applications right now. Dicapai daripada Internet Saling Berhubung (IoT) Analytics: [https://InternetSalingBerhubung\(IoT\)-analytics.com/10-internetof-thingsapplications/](https://InternetSalingBerhubung(IoT)-analytics.com/10-internetof-thingsapplications/)

- 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. 733-739
- Macaulay, J., & Kuckelhaus, M. (2015). *Internet of things in logistic*. Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation.
- McGarry, C. (2016). Everything you need to know about the Apple Watch. Retrieved from Macworld: <https://www.macworld.com/article/2605084/gadgets/faq-everything-you-need-to-know-about-the-applewatch.html>
- MPDigest. (2018). The Impact of the IoT on Society. Retrieved from <http://www.mpdigest.com/2018/05/25/theimpact-of-the-iot-on-society/> 16
- Nordin, R. (2016). Objek Rangkaian Internet (Internet of Things) – Perkembangan Terkini dan Potensi di Malaysia. Dicapai daripada Majalah Sains: <http://www.majalabsains.com/objek-rangkaian-internetinternetof-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.
- Rubaneswaran, S. T. (2017). Malaysia will trail behind if it ignores industry 4.0. Retrieved from The Malaysia Times: <http://www.themalaysiantimes.com.my/malaysia-will-trail-behind-if-it-ignores-industry-4-0/>
- Schwab, K. (2016). *The Forth Industrial Revolution*. United Kindom: Portfolio UK.
- Tatic, D., & Tešić, B. (2017). The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment. *Computers in Industry*, 85, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.11.004>
- Wang, X., & Li, J. (2020). Virtual reality in construction engineering: Past, present and future. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118243>
- Xu, J., Shen, L., & Wang, X. (2020). Cybersecurity in the construction industry: A literature review. *Journal of Civil Engineering and Management*, 26(7), 803-815. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.13373>
- Zhou, H. (2013). *The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective*. Taylor & Francis Group.