

Perlaksanaan dan Cabaran Teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam Kalangan Kontraktor dalam Sektor Industri Pembinaan

Mohammad Fahrulnazmi Mohd Jaini¹ & Mohd Yamani Yahya^{1,*}

¹Jabatan Pengurusan Pembinaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.02.046>

Received 30 September 2021; Accepted 01 November 2021; Available online 01 December 2021

Abstract: The Internet of Things, or 'IoT,' is one of the most prominent themes in the 4.0 industrial revolution, and it is projected to have a significant impact on the country's diverse industrial sectors. The Internet of Things (IoT) is a network of physical items, cars, and other things that are equipped with electronics, software, sensors, actuators, and network connections to collect and share data. The Malaysian economy will encounter difficulties in the current period of industrial revolution 4.0 if the industry is not ready. The objectives of this paper is to determine the extent to which IoT technology is being used by contractors in the construction sector, as well as the sorts of IoT applications that are being employed. The focus of this research is on G7 rated contractors in Johor Bahru. The questionnaire was delivered in the form of a Google form, and the study methodology was quantitative. According to the findings of the study, the use of websites as a source of reference to collect data, the internet as a medium to advertise tenders, and the use of drones to monitor work on construction sites are among the most common IoT technology implementations among the highest contractors. Email, social media platforms like WhatsApp, Facebook, and Telegram, and GPRS applications like Waze and Google Maps are all used by contractors in the construction sector. Finally, to enhance the use of IoT applications in the construction industry, the installation and encouragement of these applications should be sustained.

Keywords: IoT, Implementation, IR 4.0, Applications, Technology

Abstrak: *Internet of Things* atau dikenali sebagai 'IoT' merupakan salah satu topik yang popular di dalam revolusi industri 4.0 dan dijangka mampu memberikan kesan kepada pelbagai sektor industri di negara. IoT adalah rangkaian peranti fizikal, kenderaan, dan barangan lain yang dibenamkan dengan elektronik, perisian, sensor, penggerak, dan sambungan rangkaian yang membolehkan objek-objek ini untuk

mengumpul dan menukar data. Pada era revolusi industri 4.0 masa kini, ekonomi Malaysia akan berdepan kesukaran sekiranya pihak industri tidak bersedia. Objektif kajian ini dijalankan ialah untuk mengenalpasti tahap pelaksanaan teknologi IoT di kalangan kontraktor dalam industri pembinaan dan mengenalpasti jenis-jenis aplikasi IoT yang digunakan di dalam industri pembinaan. Skop kajian ini tertumpu kepada kontraktor gred G7 yang beroperasi di Johor Bahru. Metodologi kajian yang digunakan adalah melalui kaedah kuantitatif iaitu borang soal selidik diedarkan dalam bentuk Google form. Hasil kajian mendapati antara pelaksanaan teknologi IoT di kalangan kontraktor yang paling tinggi ialah penggunaan laman web sebagai sumber rujukan mendapatkan data, internet sebagai medium mengiklankan tender dan diikuti oleh penggunaan dron bagi memantau kerja di tapak pembinaan. Antara jenis-jenis aplikasi yang sering digunakan oleh kontraktor di dalam industri pembinaan ialah penggunaan e-mel, media sosial seperti *Whatsapp*, *Facebook* dan *Telegram* dan *General Packet Radio Service (GPRS)* seperti *Waze* dan *google maps*. Kesimpulannya, pelaksanaan dan galakkan keatas aplikasi ini harus diteruskan bagi meningkatkan lagi penggunaan aplikasi-aplikasi IoT dalam industri pembinaan.

Kata kunci: IoT, Pelaksanaan, IR 4.0, Aplikasi, Teknologi

1. Pengenalan

Internet merupakan satu konsep jaringan komunikasi maklumat yang dapat menghubungkan jutaan rangkaian di seluruh dunia (Bridges,1997). Kini, teknologi internet telah berkembang dengan pesat selari dengan pembangunan gajet seperti seperti komputer, tablet, telefon pintar, televisyen dan lain-lain. Perkembangan teknologi tersebut telah menjadi sesuatu yang bukan lagi asing bagi masyarakat di seluruh dunia. Di era globalisasi masa ini, teknologi internet telah menjadi teknologi yang mampu menghubungkan diantara peranti melalui satu rangkaian dikenali *Internet of Things (IoT)* (Macaulay & Kuckelhaus, 2015).

IoT yang dicetuskan Kevin Ashton sekitar tahun 1999, adalah konsep jaringan komunikasi antara benda sekeliling, menerusi internet yang tersambung secara berterusan. IoT juga merupakan konsep pengkomputeran mengenai peranti pintar yang digunakan dalam kehidupan seharian. Peranti pintar tersebut akan disambungkan ke internet dan dapat berhubung dengan peranti lain. Menurut kaedah pengenalan (Radio Frequency Identification), istilah IoT tergolong dalam teknologi komunikasi. Walaupun IoT juga dapat merangkumi fungsi teknologi yang lain seperti sensor, teknologi tanpa wayar dan *Quick Response (QR)*. Sambungan internet oleh peranti-peranti dan gajet seperti telefon pintar, tablet dan komputer telah menjadikan hubungan komunikasi antara sesebuah peranti dan peranti lain sesuatu yang bukan lagi asing bagi masyarakat di seluruh dunia selari dengan era globalisasi dunia tanpa sempadan. Sebagai contoh, telefon pintar pada masa kini mempunyai pelbagai fungsi apabila disambungkan ke internet seperti, membuat panggilan internet, pesanan teks whatsapp, membaca buku, menonton filem, atau mendengar muzik.

Teknologi IoT yang merupakan salah satu pemangkin kepada Revolusi Industri 4.0 bersama-sama dengan perkomputeran awan dan data besar adalah pemacu perubahan dalam industri masa kini. Pengeluaran barangan dan perkhidmatan bagi memenuhi keperluan pengguna dapat ditingkatkan dengan menggabungkan pelbagai teknologi yang merangkumi faktor-faktor fizikal, digital dan biologi. Sistem fizikal-siber ini yang menjadi asas gelombang Industri 4.0 melibatkan keupayaan baharu sepenuhnya bagi interaksi antara manusia dan mesin serta kaedah baharu teknologi iaitu merujuk kepada trend automasi (fizikal) dan pertukaran data (siber).

1.1 Latar Belakang Kajian

Pada masa ini, sektor industri pembinaan merupakan salah satu industri yang sedang membangun pesat di negara ini selari dengan kemajuan teknologi di dunia. Industri ini juga merupakan salah satu industri yang menyumbang kepada pendapatan negara. Menurut (CIDB), terdapat peningkatan sebanyak 8 peratus pembinaan projek mega seperti Petrokimia (RAPID), Transit aliran Berkapasiti Tinggi (MRT) dan Lebu Raya Pan Borneo di Sabah dan Sarawak. Kini, Malaysia sedang menghadapi gelombang revolusi industri keempat yang dijangka dapat mengubah industri pembinaan di Malaysia lebih berdaya saing dengan negara yang maju sekaligus mencapai taraf sebagai negara maju. Menurut laporan akhbar Berita Harian, Malaysia sekarang sedang berada di permulaan revolusi industri 4.0 dimana dapat mengubah gaya hidup masyarakat dan pekerjaan masyarakat di negara ini. Industri pembinaan perlu menerapkan dan mengamalkan teknologi yang maju selari dengan revolusi industri 4.0 bagi meningkatkan kelancaran pengurusan.

Menurut Oesterreich & Teuteberg (2016), pelaksanaan teknologi baru perlu dilakukan pada semua peringkat organisasi dan memerlukan penilaian semula. Oleh itu, industri pembinaan di Malaysia perlu mengambil berat tentang pelaksanaan teknologi baru seperti aplikasi *Internet of Things* (IoT) dengan mengamalkannya di seluruh peringkat organisasi bagi meningkatkan lagi kelancaran dan kecekapan pengurusan organisasi.

1.2 Penyataan Masalah

Pada era revolusi industri 4.0 masa kini, ekonomi Malaysia akan berdepan kesukaran sekiranya pihak industri tidak bersedia. Menurut laporan portal Berita Awani (2017), revolusi industri 4.0 berlaku di peringkat global iaitu seluruh dunia sedang mendepani revolusi industri 4.0 ini. Oleh itu, selari dengan perkembangan revolusi industri 4.0, industri pembinaan di Malaysia perlu bersedia bagi menghadapinya untuk meningkatkan lagi ekonomi negara dan bersaing dengan negara-negara di luar yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Menurut, laporan akhbar The Star, (2017) kos pelaksanaan yang tinggi dalam menggunakan teknologi IoT telah menyebabkan keraguan diantara syarikat kecil dan sederhana dalam mengaplikasikan teknologi baru. Hal ini menyebabkan kebanyakan syarikat lebih mengutamakan penggunaan tenaga kerja buruh berbanding pelaburan terhadap teknologi baru seperti robot, jentera dan lain-lain lagi. Industri pembinaan merupakan sektor pekerjaan yang memerlukan ramai tenaga kerja untuk melaksanakan sesuatu tugas dalam tempoh yang telah ditetapkan. Dengan pengenalan IoT di dalam Revolusi Industri 4.0 pada zaman sekarang ini, kebanyakan pihak kontraktor masih lagi tidak mengamalkan IoT di dalam industri pembinaan. Hal ini demikian kerana mereka kekurangan tenaga kerja yang mahir untuk mengimplementasikan teknologi IoT di dalam industri pembinaan. Menurut Ismail (2017), untuk menjadikan Malaysia negara yang meneraju era revolusi industri 4.0 pengetahuan dan kemahiran individu amat diperlukan. Hal ini akan menyebabkan kadar pengangguran pekerja di Malaysia akan meningkat akibat tahap kemahiran dan pengetahuan yang tidak mencapai piawai syarikat. Kurangnya kesedaran mengenai kepentingannya pembangunan sumber manusia serta pengabaian aspek latihan, boleh mengakibatkan sesebuah organisasi bakal berdepan cabaran menangani Industri 4.0. Antara cabarannya ialah penyusutan moral dan motivasi, peningkatan pusing ganti pekerja dan masalah ketidakpuasan kerja. Semua ini menyukarkan pihak pengurusan organisasi melaksanakan strateginya.

Sektor pembinaan perlu menerapkan kemajuan teknologi komunikasi maklumat seperti robotik (Zainon, 2016). Hal ini akan menyebabkan sesebuah organisasi akan berdepan dengan cabaran untuk ketinggalan berbanding pesaing mereka yang menerapkan teknologi Iot di dalam sektor pembuatan jika mereka tidak menerapkan penggunaan teknologi IoT. Kesan ini menyebabkan kualiti sesuatu industri pengeluaran akan terjejas dan tempoh untuk sesuatu pengeluaran mungkin akan mengambil masa yang lebih lama berbanding organisasi yang menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam industri seperti sektor pembinaan dan seumpamanya. Menurut Abbas (2017), pendedahan mengenai teknologi Internet of Things (IoT) di Malaysia masih lagi di peringkat yang sedikit. Hal ini disebabkan oleh kurangnya permintaan terhadap produk-produk IoT di Malaysia menyebabkan pasaran untuk produk-

produk IoT di Malaysia adalah sedikit berbanding negara-negara lain yang mempunyai permintaan yang tinggi. Oleh itu, pengguna di Malaysia tidak dapat menggunakan produk-produk IoT kerana produk-produk tersebut kebanyakannya perlu diimport dari luar negara. Menurut Lueth (2015), kadar penggunaan IoT dalam bidang industri pembinaan hanya merangkumi 25% berbanding sektor-sektor industri lain. Kesimpulannya, aplikasi IoT dalam industri pembinaan masih lagi berada di tahap kurang digunakan dan dilaksanakan jika dibandingkan dengan sektor-sektor yang lain. Oleh itu, berdasarkan pernyataan-pernyataan masalah tersebut, dapat disimpulkan bahawa tahap pelaksanaan teknologi IoT di dalam sektor industri pembinaan Malaysia masih lagi kurang berbanding dengan sektor industri yang lain.

1.3 Objektif Kajian

- (i) Mengenalpasti tahap pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di kalangan kontraktor dalam sektor industri pembinaan.
- (ii) Mengenalpasti jenis-jenis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian ini tertumpu kepada pihak kontraktor gred G7 yang beroperasi di Johor Bahru. Menurut CIDB, terdapat sebanyak 545 buah syarikat kontraktor memegang gred G7 di Johor Bahru. Kajian ini dijalankan terhadap sebilangan sampel daripada jumlah populasi kontraktor Gred G7. Pemilihan skop ini adalah bagi mengenalpasti tahap pelaksanaan teknologi dan aplikasi IoT yang digunakan di dalam industri pembinaan. Mereka dipilih kerana keupayaan mereka dalam pelaksanaan teknologi IoT di dalam industri pembinaan.

1.5 Kepentingan Kajian

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang masih baru diperkenalkan dan masih ramai lagi pihak tidak mengetahui tentang kewujudan aplikasi ini yang mempunyai pelbagai fungsi untuk meningkatkan kelancaran sesuatu industri. Oleh itu, industri pembinaan perlu menerapkan penggunaan IoT di dalam industri pembinaan bagi tidak ketinggalan dengan pesaing lain dan selari dengan arus pemodenan. IoT juga penting bagi industri pembinaan kerana berpotensi untuk meningkatkan kualiti industri pembinaan dengan memerlukan tenaga kerja yang mahir untuk melaksanakan aplikasi ini. Dalam pada masa yang sama, penggunaan teknologi IoT dalam industri pembinaan juga dapat meningkatkan tempoh sesuatu pembinaan untuk siap dengan lebih cepat dengan kelancaran sesuatu projek pembinaan dapat ditingkatkan.

2. Kajian Literatur

2.1 *Internet of Things* (IoT)

Chase (2013) mendefinisikan IoT merupakan sebuah jaringan yang mencipta kecerdikan rangkaian yang mampu mengawal, memprogram dan mengesan secara automatik. Istilah IoT dicipta oleh Kevin Ashton iaitu perintis (British Technology) pada tahun 1999. Menurut Weber & Studer (2016), *Internet of Things* (IoT) menggambarkan sistem di mana sesuatu objek di dunia fizikal dapat dihubungkan dengan internet melalui sensor.

2.2 Pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di dalam pembinaan

2.2.1 Penggunaan dron

Menurut Hegward (2015), dron merupakan kawalan jauh yang dilengkapi sensor untuk melakukan pemantauan di kawasan yang berbahaya. Penggunaan dron sebagai alat pemantauan kemajuan di tapak bina semakin mendapat tempat dalam kalangan kontraktor seiring dengan pembangunan yang semakin pesat dan rancak dijalankan. Hal ini kerana kelebihan dron dalam mengumpulkan segala data di tapak bina dengan pantas dan dalam waktu yang sebenar telah membantu pihak pengurusan pembinaan membuat keputusan dengan segera setelah mengenal pasti permasalahan awal yang timbul. Selain itu, dron ini turut digunakan sebagai alat pemantauan kemajuan pembinaan dari semasa ke semasa (Nordin, 2016).

2.2.2 Teknologi Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR)

Menurut Taylor (2017), *Internet of Things* (IoT) mempunyai keupayaan untuk memaparkan reka bentuk 3 dimensi yang seakan menggambarkan keadaan sebenar di tapak pembinaan. IoT menjadikan sesuatu peranti menjadi pintar dan memberikan maklumat tambahan kepada pengguna melalui paparan secara maya. Maklumat akan dihantar melalui paparan yang tersedia pada cermin mata pintar yang disambungkan ke teknologi *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan *mixed reality* (MR) seperti *Google Glass*, *Microsoft HoloLens*. Teknologi lain yang boleh dipakai termasuk *Helmet Pintar DAQRI*, *SolePower Workboot* dan *SiteWatch* dari Case. VR dan AR dalam pembinaan membantu semua pihak yang terlibat. Teknologi ini membantu menjadikan projek pembinaan jauh lebih mudah untuk dipamerkan dan dipersembahkan dengan jelas, menghilangkan risiko kesilapan maklumat antara kontraktor, arkitek dan pelanggan. Dari memperbaiki proses melukis hingga menawarkan lawatan realiti maya di tapak pembinaan atau projek yang telah siap dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR).

2.2.3 Building Information Modeling (BIM)

Menurut The Institution of Civil Engineers (2017), *Internet of things* (IoT) dapat digunakan untuk mengenal pasti kaedah pembinaan dan kedudukan yang kritikal. Contoh aplikasi IoT yang berasaskan *Artificial intelligence* (AI) ialah Building Information Modelling (BIM). Teknologi BIM dapat mengembangkan alternatif reka bentuk berdasarkan pengetahuan yang diperolehnya dari rancangan dalam pangkalan data. Arkitek dan jurutera hanya perlu memasukkan matlamat reka bentuk bersama dengan ukuran seperti keperluan ruang, prestasi, bahan, kekangan kos dan banyak lagi ke dalam perisian reka bentuk generatif. Aplikasi BIM ini kemudian meneroka semua kemungkinan penyelesaian yang sesuai dan menghasilkan alternatif reka bentuk yang memenuhi semua keperluan yang ditentukan. Aplikasi BIM ini bukan sahaja belajar dari setiap sudut apakah pilihan reka bentuk yang lebih sesuai untuk bangunan, malahan aplikasi ini juga dapat mempermudah kerja dengan melakukan pengesanan pertembungan (*clash*) dalam masa sehari tanpa memerlukan pasukan jurutera. Ini sangat membantu terutama sekali kerana berlakunya kekurangan jurutera perancangan dan pembinaan di negara.

2.2.4 Pemasangan komponen pasang siap pintar (IBS)

Menurut CIDB (2016) Malaysia masih mempunyai kadar pelaksanaan yang rendah bagi penggunaan komponen pasang siap pintar (IBS) dalam pembinaan. IBS melibatkan pembuatan bangunan komponen dan biasanya di luar tapak pembinaan yang kemudian dipasang ke dalam kerja-kerja pembinaan. Dengan pendekatan IoT, dan penggunaan sensor RFID, bahagian-bahagian dan komponen pasang siap (IBS) akan lebih mudah dikesan sepanjang rantai bekalan (Levy, 2017). Sensor akan membantu untuk mengesan lokasi komponen IBS sebelum bahagian tersebut dihantar ke tapak pembinaan.

2.2.5 Kawalan keselamatan

Dengan menggunakan tag RFID, sensor ini akan mengetahui lokasi semasa bahan (Cunha, 2014). Hal ini akan meningkatkan kawalan keselamatan dan dapat mengurangkan kes kecurian barang di tapak pembinaan. Menurut Honrubia (2017), melalui IoT, pekerja dapat menggunakan peta masa nyata (real-

time) digital dengan risiko terkini yang dikaitkan terhadap kerja-kerja dimana akan memberi amaran kepada pekerja apabila mengesan risiko yang berhampiran seperti memasuki zon yang berbahaya.

2.2.6 Pengurusan inventori

Antara ciri-ciri pengurusan industri pembinaan yang cekap ialah pengurusan bahan binaan. Bekalan bahan yang mencukupi akan membantu sesuatu projek dijalankan dengan lancar. Manakala, jika bekalan bahan tidak mencukupi, sesuatu projek akan mengalami gangguan dan akan menyebabkan projek tersebut tidak dapat disiapkan pada tarikh yang ditetapkan. Melalui pelaksanaan teknologi IoT, jika terdapat bahan binaan yang berkurangan, pengurus tapak akan dimaklumkan secara automatik untuk membuat pesanan lebih awal disebabkan untuk mengelak daripada kehabisan bahan pembinaan akibat menunggu bahan pembinaan yang dipesan memerlukan masa untuk dihantar (Edward, 2014).

2.2.7 Scaffolding sensor

Menurut Megan (2020), lebih dari 4,000 pekerja cedera dalam kemalangan scaffolding setiap tahun. Walaupun pembinaan hari ini jauh lebih selamat daripada dulu, ia masih boleh menjadi lebih selamat. Sensor yang menggunakan pendekatan IoT dalam sistem scaffolding dapat memberikan jawapannya. Industri pembinaan juga boleh menggunakan sensor IoT untuk mencari titik kelemahan dalam reka bentuk scaffolding. Sekiranya sensor mengesan masalah yang konsisten di kawasan struktur yang sama, maka ini dapat menunjukkan kawasan yang memerlukan peningkatan dalam reka bentuk scaffolding yang lebih selamat.

2.2.8 Sistem pengesan penyelenggaraan peralatan & jentera

Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor yang dilengkapi pada mesin automasi digunakan untuk mengesan penyelenggaraan dan penambahbaikan, Hegward (2015). Menurut Levy (2017), jentera pembinaan yang berat selalunya dilengkapi dengan sensor dimana sensor ini boleh memantau dari jauh sebagai petunjuk tentang penyelenggaraan yang perlu seperti turun naik suhu, getaran berlebihan dan sebagainya.

2.2.9 Memberi lokasi yang tepat

Cunha (2014) mencadangkan supaya pembuangan sisa bahan binaan atau penghantaran bahan ke tapak bina memerlukan sistem pengangkutan yang baik. Penghantaran bahan yang lambat akibat laluan pengangkutan yang tidak tepat menyebabkan projek pembinaan akan tergendala. Teknologi IoT melalui pendekatan sensor untuk bertindak sebagai GPRS yang akan memberikan maklumat kepada pemandu mengenai laluan perjalanan yang cepat dan tepat.

2.2.10 Kawalan jentera tanpa pemandu

Menurut CIDB (2016) penggunaan robot di dalam industri pembinaan dapat mengurangkan risiko kemalangan di tempat kerja yang biasa berlaku. Seiring dengan kemajuan teknologi dan pengenalan IoT, syarikat pengeluaran jentera berat Komatsu telah membangunkan jentolak (bulldozer) robot dan penggali (excavators) yang boleh dipandu oleh data dari drone udara. Jentera ini dikendalikan dari jauh tanpa perlu pemandu mengendalikan di dalam jentera berat. Hal ini dapat mengurangkan risiko berlakunya kemalangan bagi pekerja di industri pembinaan yang mengendalikan jentera berat.

2.2.11 Robot Tapak Pembinaan

Pelbagai robot di industri pembinaan sudah mula digunakan di lokasi kerja, contohnya, SAM 100 robot batu bata yang dibangunkan oleh Construction Robotics (Dormehl, 2017). Ianya berfungsi sama seperti dengan tukang mengikat batu di tapak pembinaan. Robot tapak pembinaan lain yang digunakan ialah robot lepa (Forsberg, Graft, dan Wernersson, 1995). Ia digunakan untuk menyemburkan plaster ke siling dan konkrit dinding untuk projek pembinaan besar. Robot ini dilengkapi dengan lengan khas untuk membolehkan unit mekanikal untuk menyemburkan (plaster) pada siling dan dinding.

2.3 Cabaran pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam industri pembinaan

2.3.1 Cabaran Komunikasi

Menurut Oesterreich & Teuteberg (2016) Penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi memerlukan pengaksesan internet yang pantas dan mudah didapati di tapak bina. Oleh itu, akan menjadi satu cabaran dalam mempertingkatkan rangkaian jalur lebar sekiranya rangkaian jalur lebar di tapak bina sukar didapati. Kesambungan internet yang sangat baik diperlukan untuk memastikan aliran data masa nyata dapat diterima dengan tepat dan tanpa ada gangguan komunikasi dengan menggunakan teknologi IoT (Kamble, 2019). Contohnya adalah, jika tapak pembinaan terletak di pinggir bandar, rangkaian komunikasi yang lemah akan menyebabkan kekuatan rangkaian internet menjadi lambat dan seterusnya melambatkan data untuk dihantar atau diterima.

2.3.2 Kekurangan tenaga mahir

Menurut Kamble, (2019) kepakaran yang mahir diperlukan dalam operasi dan pengendalian aplikasi IoT. Penggunaan teknologi baru memerlukan tahap pengetahuan dan kemahiran tertentu (Oesterreich & Teuteberg, 2016). Oleh itu, syarikat-syarikat industri pembinaan perlu menyediakan latihan kepada pekerja untuk mengendalikan dan menggunakan aplikasi yang terdapat dalam IoT bagi meningkatkan lagi kualiti industri pembinaan. Aplikasi IoT memerlukan kemahiran dan pengetahuan yang tinggi untuk menukar data yang dikumpulkan menjadi maklumat yang berharga. Komuniti pembinaan di Malaysia terdiri daripada pelbagai kumpulan gabungan pemain. Ia terdiri daripada milenium yang baru memasuki industri dan *baby boomers* yang sudah lama berada di dalam industri pembinaan. Oleh yang demikian, industri pembinaan perlu memanipulasi peranan untuk melakukan usaha tambahan bagi melatih kemahiran profesional pemain pelbagai campuran ini kerana mereka berbeza pendapat dan penerimaan ke arah pengendalian IoT. Latihan dan pendidikan berterusan yang sewajarnya harus diberikan untuk meningkatkan kemahiran profesional di dalam industri pembinaan (Kathy, 2019).

2.3.3 Cabaran sosial

Penerapan IoT dalam industri pembinaan akan memberi kesan terhadap peluang pekerjaan (MPDigest, 2018). Perkembangan IoT dijangka akan mengambil alih banyak tugas yang membosankan dan berulang yang dilakukan oleh manusia hari ini. Hal ini akan mengakibatkan kehilangan peluang pekerjaan bagi masyarakat yang berkerja di dalam industri pembinaan. Oleh itu, industri pembinaan perlu memainkan peranan untuk menyeimbangkan penggunaan teknologi IoT secara optimum dan penggunaan tenaga kerja manusia bagi mengelakkan kebergantungan terhadap penggunaan teknologi IoT yang berlebihan.

2.3.4 Cabaran kos

Menurut Luthra (2017), pelaburan yang sangat tinggi diperlukan oleh organisasi untuk menggunakan teknologi IoT. Sebilangan besar peranti dan sensor memerlukan kos yang sangat tinggi untuk dibeli dan dikendalikan. Industri pembinaan perlu mempunyai latar belakang kewangan yang kukuh bagi menampung kos untuk menggunakan peralatan *Internet of Things* (IoT) dan hal ini menyebabkan sesetengah syarikat industri pembinaan tidak mampu untuk menggunakan peralatan teknologi IoT kerana tidak mempunyai modal yang mencukupi untuk membeli peralatan tersebut. Organisasi mungkin tidak dapat mengambil risiko untuk menggunakan teknologi ini kerana pelaburan tidak dapat dipulihkan yang boleh mengakibatkan kerugian kewangan (Kamble, 2019). Selain itu, kos operasi dan penyelenggaraan peranti IoT menyumbang kepada perbelanjaan yang besar kerana kebanyakan peranti menggunakan tenaga bateri untuk digunakan.

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini adalah untuk mengenalpasti sejauh manakah tahap pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di kalangan kontraktor dan jenis-jenis aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan. Data terbahagi kepada dua iaitu data primer dan data sekunder. Menurut Kumar (2011), data primer adalah data yang telah dikumpulkan daripada sumber yang baru dan langsung. Data sekunder pula adalah data yang telah wujud dan digunakan untuk tujuan rujukan dan kajian. Semasa membuat kajian ini, data primer dipilih untuk memenuhi objektif pertama dan kedua. Berdasarkan kajian ini, kaedah pengumpulan data yang digunakan ialah melalui pendekatan kuantitatif untuk mencapai kedua-dua objektif dimana borang soal selidik diagihkan kepada responden untuk mengumpul data yang diperlukan. Borang soal selidik tersebut dibuat dalam bentuk *Google Form* dan jawapan diambil dengan menggunakan Skala Likert.

3.2 Kaedah Pengumpulan Data

Berdasarkan kajian ini, kaedah pengumpulan data yang digunakan ialah melalui pendekatan kuantitatif untuk mencapai kedua-dua objektif dimana borang soal selidik diagihkan kepada responden untuk mengumpul data yang diperlukan.

3.3 Analisis Data

Borang soal selidik digunakan untuk mengumpul data primer daripada responden. Soalan yang terkandung dalam borang soal selidik merupakan soalan yang akan menjawab objektif kajian. Bagi memudahkan responden menjawab soalan tersebut, borang soal selidik telah disusun dengan baik dan dibahagikan seperti berikut;

(a) Bahagian A: Latar Belakang Responden

Bahagian ini dilakukan untuk mendapatkan maklumat latar belakang responden yang tepat dan betul. Antara kandungan maklumat yang dibuat dalam bahagian ini adalah jenis-jenis kontraktor, pengalaman kerja, dan jenis-jenis projek yang dijalankan oleh responden. Maklumat ini perlulah tepat bagi membuat rujukan dengan lebih tepat.

(b) Bahagian B: Mengenalpasti tahap pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di kalangan kontraktor dalam sektor industri pembinaan.

Bahagian ini merupakan bahagian paling penting dan utama dalam borang soal selidik kerana maklumat yang diperolehi ini yang akan menjawab objektif kajian yang pertama iaitu mengenalpasti tahap pelaksanaan aplikasi dan teknologi IoT di kalangan kontraktor dalam sektor industri pembinaan. Jawapan bagi soal selidik bahagian ini diambil dengan menggunakan Skala Likert seperti di lampiran.

(c) Bahagian C: Mengenalpasti jenis-jenis aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan oleh kontraktor dalam sektor pembinaan.

Bagi mendapatkan jawapan untuk menjawab soalan objektif bahagian ini, penggunaan kaedah soalan dibuat oleh pengkaji kepada responden. Soalan-soalan tersebut adalah bagi mengenalpasti jenis-jenis aplikasi IoT yang digunakan dalam sektor industri pembinaan dan soalan ini akan diambil dengan menggunakan Skala Likert seperti di lampiran.

Formula bagi mengira nilai min adalah seperti berikut:

$$\text{Min}, X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{X1+X2+X3+...}{n}$$

Dimana X = Simbol bagi min

Σ = Simbol jumlah

X = nilai skor

n = Jumlah responden

Selepas memperoleh nilai min, langkah seterusnya ialah untuk memperoleh purata min dan kaedah formula bagi mendapatkan purata min adalah seperti berikut :

$$\begin{aligned} \text{Purata Min} &= \frac{\text{skala tertinggi} - \text{skala terendah}}{\text{Jumlah skala}} \\ &= (5-1) / 5 \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

3.4 Populasi dan persampelan kajian

Populasi kajian adalah tertumpu kepada pihak yang bekerja dengan kontraktor Gred G7 menjalankan operasi syarikat di Johor Bahru. Pemilihan responden adalah terdiri daripada kontraktor G7. Selepas mengenalpasti sasaran responden, pengkaji mendapatkan maklumat senarai bakal responden melalui laman sesawang Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB). Menurut CIDB, terdapat sebanyak 545 buah syarikat kontraktor gred G7 terdapat di Johor Bahru. Menurut penentuan saiz sampel Krejcie & Morgan (1970), sampel yang sesuai bagi populasi sebanyak 545 ialah 226 orang responden. Borang soal selidik diedarkan kepada para respondent menggunakan *google form* dan sebanyak 100 set borang soalan selidik dipulangkan oleh responden.

4. Data dan Perbincangan

4.1 Analisis Demografi

Bahagian ini menganalisis tentang maklumat responden yang telah memberikan data dalam borang soal selidik yang telah diedarkan.

Jadual 1: Pengetahuan reponden tentang IoT

	Kekerapan	Peratus	Peratus Terkumpul
Ya	80	80	80
Tidak	20	20	100.0
Jumlah	100	100	

Berdasarkan daripada Jadual 1, 80 orang responden mengetahui serba sedikit tentang IoT, dan seramai 20 orang responden menjawab tidak mengetahui tentang IoT.

(a) *Jenis-jenis kontraktor*

Jadual 2: Jenis-jenis kontraktor

Jenis-jenis kontraktor	Kekerapan	Peratus
Kontraktor utama	38	38
Subkontraktor domestik	12	12
Reka bentuk & bina kontraktor	25	25
Subkontraktor dinamakan	25	25
Jumlah	100	100

Merujuk Jadual 2, jenis-jenis kontraktor yang mendominasi dapatan data adalah kontraktor utama iaitu sebanyak 38%. Seterusnya, jenis kontraktor subkontraktor domestik dan reka bentuk & bina mendapat peratusan data yang sama iaitu sebanyak 25%. Manakala peratusan terendah adalah daripada subkontraktor domestik dengan jumlah 12%.

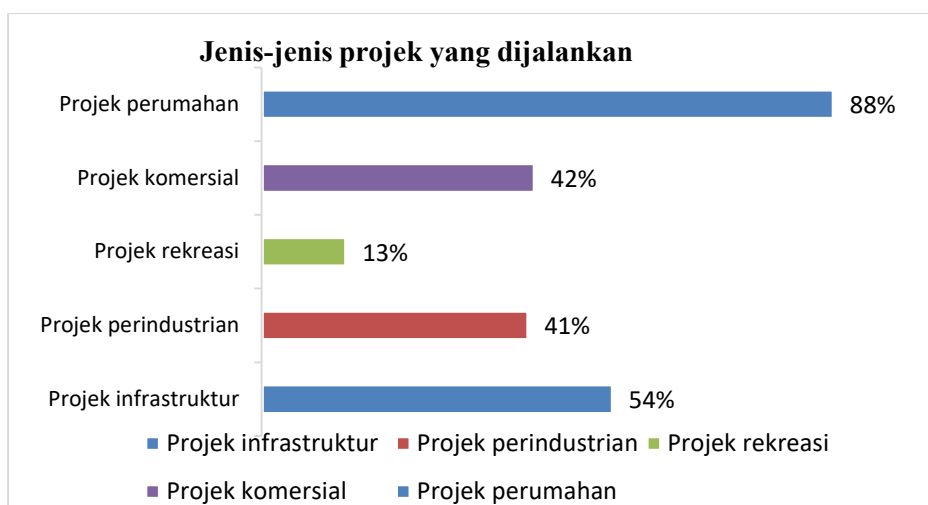
(b) *Pengalaman Kerja Responden*

Jadual 3: Pengalaman kerja responden

Pengalaman kerja responden	Kekerapan	Peratus
<5 tahun	15	15
6-10 tahun	19	19
11-15 tahun	31	31
16 tahun	35	35
Jumlah	100	100

Jadual 3 menunjukkan data mengenai pengalaman kerja kontraktor di dalam sektor industri pembinaan. 35% responden terdiri daripada kontraktor yang mempunyai pengalaman kerja selama 16 tahun keatas. Manakala, sebanyak 31% kontraktor yang menjawab borang soal selidik ini mempunyai pengalaman kerja selama 11 hingga 15 tahun di dalam sektor industri pembinaan. 19% kontraktor yang menjawab soal selidik ini mempunyai pengalaman kerja selama 6 hingga 10 tahun. Bagi pengalaman kerja yang kurang daripada 5 tahun, hanya 15% kontraktor yang menjawab borang soal selidik ini.

(c) *Jenis-jenis projek yang dijalankan*



Rajah 1: Jenis-jenis projek yang dijalankan responden

Rajah 1 menunjukkan data mengenai jenis-jenis projek yang dijalankan oleh responden yang terdiri daripada kontraktor. Responden dibenarkan memilih lebih daripada 1 jenis projek-projek yang dijalankan di dalam borang soal selidik. Jenis-jenis projek perumahan mendapat peratusan tertinggi dengan 88% dan diikuti oleh projek infrastruktur yang mendapat jumlah peratusan 54%. Manakala projek yang dijalankan oleh kontraktor jenis komersial dan rekreasi pula mendapat jumlah peratusan sebanyak 42% dan 13%.

4.2 Tahap Pelaksanaan Teknologi *Internet of Things* (IoT) di Kalangan Kontraktor Dalam Sektor Industri Pembinaan

Jadual 4 menunjukkan julat min bagi tahap pelaksanaan *Internet of Things* (IoT) di kalangan kontraktor bagi 15 jenis pelaksanaan *Internet of Things* yang menjadi persoalan kajian yang dijalankan. Secara keseluruhannya, majoriti responden tidak pasti mengenai tahap pelaksanaan *Internet of Things* (IoT) di dalam sektor industri pembinaan. Hal ini kerana sebanyak 40% responden menjawab tahap pelaksanaan yang berada pada tahap pelaksanaan min 2.60 hingga 3.40 iaitu tidak pasti. Sebanyak 33% responden berada pada tahap kurang mengaplikasi iaitu pada julat min 1.80 hingga 2.60. Hanya 20% tahap pelaksanaan *Internet of Things* (IoT) berada di tahap sangat mengaplikasi iaitu dengan julat min 4.20 hingga 5.00, manakala hanya 7% bagi tahap pelaksanaan mengaplikasi dengan julat min 3.41 hingga 4.20.

Jadual 4: Pelaksanaan teknologi Internet of Things (IoT) di kalangan kontraktor

Bil	Perlaksanaan Teknologi Internet of Things (IoT)	Min	Kedudukan
1.	Penggunaan laman web sebagai sumber rujukan mendapatkan data mengenai profil syarikat, akta, polisi, kuotasi harga dan lain lain.	4.81	1
2.	Penggunaan internet sebagai medium mengiklankan tender.	4.72	2
3.	Penggunaan dron sebagai alat pemantauan kerja semasa di tapak bina.	4.25	4
4.	Penggunaan teknologi sensor untuk memantau pekerja.	3.48	5
5.	Penggunaan teknologi sensor bagi memantau ancaman kebakaran.	3.36	3
6.	Penggunaan teknologi sensor bagi meninjau bekalan semasa bahan.	3.35	6
7.	Penggunaan teknologi sensor semasa proses pencarian peralatan atau bahan.	3.25	7
8.	Penggunaan teknologi sensor bagi memantau kesihatan struktur bangunan.	3.22	8
9.	Penggunaan teknologi sensor untuk memantau kualiti udara.	2.84	9
10.	Penggunaan teknologi sensor untuk memantau pekerja, peralatan dan bahan.	2.82	10
11.	Penggunaan teknologi sensor untuk mengetahui keadaan semasa jentera bagi tujuan penyelenggaraan.	2.55	11
12.	Penggunaan teknologi sensor untuk memantau ancaman banjir.	2.31	12
13.	Penggunaan teknologi sensor bagi mengurus sisa sampah.	2.09	13
14.	Penggunaan teknologi kawalan jentera tanpa pemandu.	2.01	14
15.	Penggunaan teknologi scaffolding sensor.	1.98	15

Penggunaan laman web sebagai sumber rujukan mendapatkan data mengenai profil syarikat, akta, polisi, kuotasi harga dan lain lain mendominasi tahap pelaksanaan yang paling tinggi dengan jumlah purata min sebanyak 4.81 iaitu pada tahap sangat mengaplikasi. Manakala purata min yang kedua tertinggi pula ialah penggunaan internet sebagai medium mengiklankan tender dengan purata min sebanyak 4.72 iaitu pada tahap sangat mengaplikasi. Penggunaan dron bagi memantau kerja di tapak pembinaan pula mendapat tempat ketiga dengan jumlah purata min sebanyak 4.25 iaitu pada tahap sangat mengaplikasi. Seterusnya, bagi tahap pelaksanaan mengaplikasi pula, hanya penggunaan sensor untuk memantau pekerja berada di tahap ini dengan jumlah purata min sebanyak 3.48. Sebanyak 6 jenis pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di dalam sektor industri pembinaan berada pada tahap tidak pasti dengan purata min 2.60 hingga 3.40 dengan penggunaan sensor untuk memantau pekerja, bahan dan peralatan mendapat purata min yang terendah iaitu sebanyak 2.82. Kemudian sebanyak 5 jenis pelaksanaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di dalam sektor industri pembinaan berada pada tahap kurang mengaplikasi dengan purata min antara 1.81 hingga 2.60 dengan penggunaan teknologi scaffolding sensor mendapat jumlah purata min yang terendah iaitu sebanyak 1.98.

4.2 Aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan

Jadual 5 menunjukkan purata min bagi jenis-jenis aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan oleh kontraktor bagi 15 jenis aplikasi *Internet of Things* yang menjadi persoalan kajian. Secara

keseluruhannya, majoriti responden menjawab digunakan mengenai jenis-jenis aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan. Hal ini kerana sebanyak 33% responden menjawab tahap pelaksanaan yang berada pada tahap pelaksanaan min 4.21 hingga 5.00 iaitu digunakan. Sebanyak 27% responden berada pada purata min sangat digunakan iaitu 3.41 hingga 4.20.

Jadual 5: Aplikasi IoT yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan

Bil	Jenis-jenis aplikasi Internet of Things (IoT)	Min	Kedudukan
1.	Aplikasi e-mel.	4.84	1
2.	Aplikasi media sosial (Whatsapp, Telegram, Facebook Messenger)	4.83	2
3.	GPRS (Goolge Maps atau Waze).	4.78	3
4.	Aplikasi google meet, zoom atau lain.	4.21	4
5.	Teknologi BIM.	4.02	5
6.	Sistem smart door lock.	3.94	6
7.	Aplikasi e-dagang untuk pembelian bahan-bahan pembinaan secara <i>online</i>	3.90	7
8.	Teknologi lampu automatik.	3.88	8
9.	Teknologi Augmented Reality (AR).	3.71	9
10.	Smart watch untuk memantau lokasi dan kesihatan pekerja.	2.75	10
11.	Aplikasi E-tendering	2.71	11
12.	Scan marker	2.61	12
13.	Teknologi sensor bagi mengawal penggunaan bahan api kepada jentera	2.52	13
14.	Teknologi 3D Printing	2.16	14
15.	Teknologi robot di tapak pembinaan.	1.78	15

Hanya 20% penggunaan jenis-jenis aplikasi IoT di dalam sektor pembinaan berada di tahap tidak pasti iaitu dengan purata min 2.61 hingga 3.40, manakala hanya 13% bagi penggunaan aplikasi (IoT) berada di purata min jarang digunakan iaitu 1.81 hingga 2.60. Bagi purata min tidak digunakan penggunaan aplikasi IoT di dalam sektor pembinaan pula hanyalah sebanyak 7% iaitu purata min 1.00 hingga 1.80. Penggunaan aplikasi e-mel sebagai medium untuk urusan menghantar dan menerima maklumat dan lain lain mendominasi penggunaan aplikasi IoT yang paling tinggi dengan jumlah purata min sebanyak 4.84 iaitu pada tahap sangat digunakan. Manakala purata min yang kedua tertinggi pula ialah penggunaan aplikasi media sosial seperti *Whatsapp*, *Facebook* dan *Telegram* dengan purata min sebanyak 4.83 iaitu pada tahap sangat digunakan. Penggunaan GPRS seperti *Waze* dan *google maps* dan aplikasi *Google Meet*, *Zoom* dan *Microsoft Team* mendapat tempat ketiga dan keempat dengan jumlah purata min 4.78 dan 4.21 iaitu purata min sangat digunakan.

Seterusnya, bagi purata min digunakan pula, terdapat 5 jenis aplikasi IoT iaitu teknologi BIM, teknologi smart door lock, aplikasi e-dagang bagi membeli bahan pembinaan, teknologi lampu automatik dan teknologi *Augmented Reality* (AR). Purata min bagi kelima-lima aplikasi tersebut ialah 4.02, 3.94, 3.90, 3.88 dan 3.71. Sebanyak 3 jenis aplikasi IoT di dalam industri pembinaan berada pada tahap tidak pasti dengan purata min 2.60 hingga 3.40 iaitu penggunaan smart watch bagi memantau kesihatan pekerja mendapat purata min sebanyak 2.75, aplikasi e-tendering dengan purata min 2.71 dan penggunaan scan marker yang hanya mendapat 2.61.

Kemudian sebanyak 2 jenis aplikasi IoT di dalam industri pembinaan berada pada tahap jarang digunakan iaitu penggunaan teknologi sensor untuk mengawal bahan api jentera dan penggunaan teknologi 3D printing dengan purata min 2.52 dan 2.16. Bagi purata min tidak digunakan, hanya 1 aplikasi iaitu teknologi robot tapak pembinaan dengan purata min yang terendah iaitu sebanyak 1.78. Keseluruhannya, hasil kajian ini menunjukkan majoriti aplikasi IoT berada pada tahap sangat digunakan

dan digunakan. Sebanyak 33% aplikasi IoT berada tahap sangat digunakan dan digunakan di dalam sektor industri pembinaan. Hal ini kerana sebanyak 27% responden menjawab pada tahap pelaksanaan sangat digunakan dan sebanyak 33% responden berada pada tahap penggunaan digunakan.

5. Kesimpulan

Secara rumusannya, kajian ini mencapai kedua-dua objektif yang telah ditetapkan. Setiap objektif yang ditetapkan dicapai melalui pengedaran borang soal selidik kepada responden. Objektif pertama kajian adalah mengenalpasti tahap pelaksanaan teknologi IoT di kalangan kontraktor dalam sektor industri pembinaan. Hasil kajian menunjukkan majoriti responden memberi kenyataan tidak pasti dan kurang mengaplikasi terhadap pelaksanaan IoT di dalam industri pembinaan. Objektif kedua pula adalah untuk mengenalpasti jenis-jenis teknologi IoT yang digunakan di dalam sektor industri pembinaan. Hasil daripada analisis menunjukkan antara aplikasi-aplikasi IoT yang sering digunakan ialah aplikasi e-mel, media sosial seperti *Whatsapp*, *Facebook*, *Telegram* dan penggunaan *General Packet Radio Service* (GPRS) seperti *waze* dan *google maps*. Beberapa cadangan yang dihasilkan dari kajian ini adalah seperti (i) kapasiti internet 5G secara meluas di seluruh negara perlulah dipertingkatkan bagi menampung peningkatan kadar sambungan internet pada peranti seiring dengan permintaan yang dipacu oleh *Internet of Things* (IoT) di dalam industri pembinaan Malaysia (ii) melabur dalam Research & Development (R&D) mengenai teknologi dan aplikasi *Internet of Things* (IoT) di dalam sektor industri pembinaan dan (iii) mengadakan kempen atau karnival bagi meningkatkan kesedaran serta memberi pendedahan pihak yang terlibat dalam industri pembinaan di Malaysia mengenai *Internet of Things* (IoT).

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) yang telah banyak menyokong dalam melaksanakan kajian ini.

Rujukan

- Abbas, M. (2017). Internet Saling Berhubung (IoT) Adoption Challenges in Malaysia. Retrieved 7 October 2020, from LinkedIn: [https://www.linkedin.com/pulse/Internet of Things \(IoT\)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlan-abbas](https://www.linkedin.com/pulse/Internet-of-Things-(IoT)-adoptionchallenges-malaysia-dr-mazlan-abbas)
- Ampofo, L. (2014). 5 Ways the Internet of Things Will Change Sosial Media. Retrieved 3 November 2020, from Business Community: <https://www.business2community.com/social-media/5-ways-internet-ofthings-will-change-social-media-01047822/amp>
- Bridges, A. H. (1997). Implications of the Internet for the construction industry. *Automation in Construction*, 45-49.
- Burger, R. (2017). How "The Internet of Things" is Affecting the Construction Industry. Retrieved 21 October 2020, from <https://www.thebalance.com/howinternet-affects-the-construction-industry-845320>
- Chase, J. (2013). *The evolution of the internet of things*. Texas: Texas instrument
- Cordes, F., & Stacey, N. (2017). *Is UK Industry ready for the Fourth Industrial Revolution?* London: The Boston Consulting Group
- Cunha, L. (2014). Building with the Internet of Things in the Construction Industry. Retrieved 3 November 2020, from: <https://www.to-increase.com/internetof-things-construction/>
- Vignaesvaran. C. M (2017). Training the workforce for industry 4.0. *The Star Online*. Retrieved May 13, 2018, from <https://www.thestar.com.my/metro/smebiz/news/2017/07/17/training-the-workforce-for-industry-40/>
- Edward, J. (2014). How the Internet of Things is transforming construction. Retrieved 27 November 2020, from Internet of Things Perspective: <https://whitelightgrp.com/internet-things-transforming-construction>

- Gartner. (2013). Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020. Retrieved 30 October, 2020, from <https://www.gartner.com/newsroom/id/2636073>
- Hegward, R. (2015). How “The Internet of Things” is Affecting the Construction Industry. *Construction Management and Technology*. 4(5), 1-2. Elsevier
- 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/2019/02/2001/451515/iot-benefits-challenges-property-management>
- Kumar, B., Cheng, J. C. P., & McGibney, L. (2009). Cloud Computing and its Implications for Construction IT. *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*. (February 2015), 1–6.
- Lueth, K. L. (2015). The 10 most popular Internet of Things applications right now. Retrieved 3 November, 2020, from Internet of Things (IoT) Analytics: [https://InternetSalingBerhubung\(IoT\)-analytics.com/10-internetof-things-applications/](https://InternetSalingBerhubung(IoT)-analytics.com/10-internetof-things-applications/)
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (Internet of Things (IoT)): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons* (58), 431-440.
- Levy, J. (2017). Internet of Things blog. Retrieved from 4 BIG ways the Internet of Things (IoT) is impacting design and construction: [https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/4-big-ways-the-Internet-of-Things\(IoT\)-is-impacting-design-and-construction/](https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/4-big-ways-the-Internet-of-Things(IoT)-is-impacting-design-and-construction/)
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.05>
- Lukac, D. (2016). The fourth ICT-based industrial revolution “industry 4.0” - HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8. *2015 23rd 101 Telecommunications Forum*. 835–838. <https://doi.org/10.1109/TELFOR.2015.7377595>
- 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.
- MPDigest. (2018). The Impact of the IoT on Society. Retrieved 3 June, 2020, from <http://www.mpdigest.com/2018/05/25/the-impact-of-the-iot-on-society/>
- Nordin, R. (2016). Objek Rangkaian Internet (Internet of Things) – Perkembangan Terkini dan Potensi di Malaysia. Retrieved 18 November, 2020 from *Majalah Sains*: <http://www.majalahsains.com/objek-rangkaian-internet-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
- Portela, F., Lima, L., & Santos, M. F. (2016). “ Why Big Data ? Towards a project assessment framework .” *Procedia Computer Science*, 98(WoTBD), 604–609.
- Sage, A. (2016). How the Internet of Things is Impacting the Construction Industry. Retrieved 20 April, 2020, from *Construction Technology*: <https://www.forconstructionpros.com/constructiontechnology/article/12169353/how-the-internet-of-things-is-impacting-the-construction-industry>
- Schwab, K. (2016). *The Forth Industrial Revolution*. United Kindom: Portfolio UK.
- Rubaneswaran. S.T. (2017). Malaysia Akan Ketinggalan Jika Abaikan Industri 4.0. *Astro Awani*. Retrieved May 13, 2020 from <http://www.astroawani.com/berita-malaysia/malaysia-akan-ketinggalan-jikaabaikan-industri-4-0-128119>
- Tatić, 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>
- Taylor, D. (2017). 5 Things You Must Know About Requirements Planning. Contract Management. Retrieved May 13, 2020 from <https://blog.capterra.com/5-things-you-must-know-about-augmented-reality-in-construction/>
- Zainon, Z. (2016). Sektor pembinaan negara perlu terap ICT. Retrieved 8 April 2020, from *Utusan online*: <http://www.utusan.com.my/bisnes/korporat/sektor-pembinaan-negara-perluterap-ict-1.244575>