

Penggunaan Teknologi Robotik Dalam Penghasilan Komponen Sistem Binaan Berindustri (IBS) ke Arah Revolusi Industri 4.0 dalam Sektor Pembinaan

**Mohamad Irwan Hafizy Md Arif¹, Norliana Sarpin^{1,*},
Roshartini Omar¹ & Sulzakimin Mohamed¹**

¹Department of Construction Management, Faculty of Technology Management & Business, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2020.01.01.039>

Received 30 September 2020; Accepted 01 November 2020; Available online 01 December 2020

Abstract: The technological advances of today's technology have changed the landscape of the industrial world. These changes have caused the industry to undergo Industrial Revolutions 1.0 until the Industrial Revolution 4.0. In this regard, the construction sector is also experiencing changes in the use of technology. Thus, IBS is seen as a pioneering project for the construction industry by adopting the use of robotic technology in its component production as a starting point in the Industrial Revolution 4.0 in the construction sector. However, at present, the rate of robotic applications in the production of IBS components is still low in the construction industry. Therefore, this study was conducted to achieve two objectives, namely, to identify barriers to adapting the use of robotic technology in the production of IBS components and to review the strategies that the industry can take to address the issues of adapting robotic use in producing IBS components in Malaysia. A quantitative method study was conducted to achieve the research objectives through the distribution of questionnaires to 110 IBS class G7 manufacturing companies in the state of Selangor through google Forms via email and WhatsApp application and finally a total of 49 responses were obtained for data analysis. The results of the study have shown that the main obstacle that often haunts IBS entrepreneurs is the construction sector environment that is accustomed to using conventional methods. While the strategy that can be taken by industry players to increase the use of robotic technology in the production of IBS is through R&D innovation. In conclusion, all parties need to play an important role in realizing the construction industry reaching the level of Industrial Revolution 4.0 in Malaysia.

Keywords: IBS, Robotic technology, Industrial Revolution 4.0

Abstrak: Kerancangan permodenan teknologi pada masa kini telah merubah lanskap industri dunia. Perubahan ini telah menyebabkan industri mengalami beberapa Revolusi Industri 1.0 sehinggalah Revolusi Industri 4.0. Sehubungan dengan itu, sektor pembinaan juga mengalami perubahan ke arah penggunaan teknologi. Oleh itu, IBS dilihat mampu dijadikan projek perintis bagi industri pembinaan dengan mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponennya sebagai langkah permulaan ke arah Revolusi Industri 4.0 dalam sektor pembinaan. Namun pada hari ini kadar aplikasi robotik dalam penghasilan komponen IBS adalah masih rendah dalam industri pembinaan. Oleh itu, kajian ini telah dijalankan untuk mencapai dua objektif iaitu mengenalpasti halangan yang terdapat dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen-komponen IBS dan mengkaji langkah yang boleh di ambil oleh pihak industri untuk mendepani masalah untuk mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS di Malaysia. Bagi mencapai objektif kajian kaedah kuantitatif telah dijalankan melalui pengedaran borang soal selidik kepada 110 syarikat pengeluar IBS kelas G7 di negeri Selangor melalui Google Forms menerusi email dan aplikasi WhatApps dan akhirnya sebanyak 49 respon telah diperolehi untuk dianalisis. Hasil kajian yang telah diperolehi menunjukkan halangan yang sering menghantui para pengusaha IBS adalah persekitaran sektor pembinaan yang terbiasa menggunakan kaedah konvensional. Manakalah langkah yang boleh dibuat oleh pemain industri untuk meningkatkan penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan IBS adalah melalui inovasi R&D. Kesimpulannya, semua pihak perlu memainkan peranan yang penting bagi merealisasikan industri pembinaan mencapai tahap Revolusi Industri 4.0 di Malaysia.

Kata kunci: IBS, Teknologi robotik, Revolusi Industri 4.0

1. Pengenalan

Kerancangan permodenan teknologi dalam pelbagai bidang juga telah mendorong peralihan penggunaan teknologi di Malaysia daripada penggunaan teknologi lama ke teknologi baru iaitu Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) di dalam pelbagai sektor. Untuk merealisasikan wawasan tersebut, industri pembinaan di Malaysia harus mempertingkatkan kecekapan dalam pengurusan kos, meningkatkan produktiviti serta kualiti pengeluaran yang berkualiti tinggi (CIDB, 2010).

IR 4.0 ini merupakan peralihan teknologi daripada intensif buruh kepada teknologi yang berasaskan penggunaan teknologi robotik, *Internet of Things* (IoT) dan mesin-mesin yang mampu menggantikan tugas manusia yang mendorong peningkatan kualiti pembuatan dalam sektor pembinaan. IR.4.0 ini dapat diterapkan melalui penggunaan IBS yang berasaskan penggunaan teknologi robotik dan mesin-mesin di kilang pembuatan komponen IBS bagi mengurangkan penggunaan tenaga manusia disamping meningkatkan kualiti pembinaan itu sendiri

1.1 Latar Belakang Kajian

Penggunaan IBS yang berteraskan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS akan meningkatkan produktiviti, ketahanan kualiti, penambahbaikan persekitaran pembinaan parameter keselamatan dan kos pengeluaran (Kamaruddin *et al.*, 2016). Perkara ini membuktikan bahawa sistem ini merupakan pemangkin ke arah IR 4.0 dalam sektor pembinaan ini pada masa depan. Persepsi terhadap bidang industri pembinaan adalah salah satu kerja yang berbahaya dan berisiko dalam kata lain ianya diberi nama sebagai 3D sindrom iaitu *dirty, difficult, and dangerous* sebagai kerja yang kotor, susah dan berbahaya dan disebabkan itu kebanyakan anak-anak muda tempatan kurang berminat untuk menjadi sebahagian daripada pemain industri ini (Hamid *et al.*, 2008).

Dengan wujudnya IR 4.0 ini melalui IBS maka perkara tersebut bukan lagi menjadi perkara yang menghantui bidang ini kerana setiap tugas berat di kilang akan diambilalih oleh jentera-jentera dan mesin berteknologi tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut pihak kerajaan melalui CIDB telah mengambil tindakan yang drastik dengan meletakkan syarat mana-mana projek kerajaan mestilah menggunakan sistem IBS sebanyak 70 peratus (Utusan, 2015).

Pelaksanaan dan perluasan penggunaan sistem ini banyak menukarkan lanskap industri pembinaan di Malaysia ke arah permodenan yang selari dengan Program Tranformasi Industri Pembinaan (CITP) 2016-2020. Setakat ini statistik menunjukkan sebanyak 8,087 kontraktor IBS dan 264 buah syarikat pengeluaran komponen yang berdaftar di Malaysia (Utusan, 2018).

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan Jabatan Perangkaan Malaysia (2019), Keluaran Dalam Negara Kasar Malaysia (KDNK) mendapati prestasi ekonomi negara pada suku pertama 2019 menunjukkan sektor pembinaan merekodkan pertumbuhan sebanyak 4.9 peratus berbanding tahun sebelumnya sebanyak 4.2 peratus. Ini menunjukkan sektor pembinaan di Malaysia telah berkembang dengan positif pada setiap tahun. Perkembangan ini membolehkan industri pembinaan mengalami perubahan ke arah penggunaan teknologi robotik yang meningkatkan kualiti dan keselamatan bangunan.

Namun perkembangan pertumbuhan ekonomi dalam sektor pembinaan ini tidak seiring dengan perkembangan teknologi terkini yang berasaskan robotik dan boleh dikatakan bahawa industri ini masih lagi di takuk yang lama. Hal ini kerana, kebanyakan pembangunan IBS di Malaysia berdasarkan pendekatan reka bentuk tradisional (Nawi *et al.*, 2014). Selain itu, kos pelaksanaan robot automasi yang terbahagi kepada beberapa perkara iaitu kos teknikal, kos latihan kemahiran dan pendidikan yang tinggi merupakan permasalahan yang dihadapi oleh pemaju untuk mengadaptasikan teknologi ini di dalam industri. Hal ini menyebabkan keraguan di antara syarikat kecil dan sederhana dalam menerimapakai teknologi baru dan menyebabkan syarikat lebih berminat dengan tenaga kerja buruh berbanding pelaburan terhadap teknologi baru seperti robot automasi (The Star Online, 2017).

Tambahan lagi, kos buruh asing yang rendah menjadi punca utama kebanyakan pemaju hartanah tempatan tidak menggunakan teknologi IBS dan menyebabkan banyak pemaju lebih menggunakan kaedah konvensional untuk mengurangkan kos akan tetapi dari segi kualiti ianya belum tentu memuaskan (Berita Harian, 2019).

Selain itu, perkembangan dan perubahan industri adalah disebabkan penemuan teknologi baru (Berita Harian, 2017). Menurut Rubaneswaran (2017), Revolusi Industri 4.0 berlaku di peringkat global, perkara ini boleh menjadikan ekonomi Malaysia berdepan kesukaran sekiranya industri tidak bersedia. Oleh itu, pihak industri perlulah membuat persediaan agar industri pembinaan di Malaysia tidak ketinggalan.

Bagi mencapai tahap Revolusi Industri 4.0, usaha ke arah itu perlu dipertingkatkan (Rubaneswaran, 2017). Semua pihak dalam industri pembinaan yang terlibat dalam membuat pelan strategi perlu memperhalusi permasalahan ini. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti halangan dan langkah yang boleh diambil oleh industri dalam usaha mempertingkatkan penggunaan robotik dalam penghasilan komponen IBS di dalam industri pembinaan.

1.3 Persoalan Kajian

(i) Apakah halangan dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen-komponen IBS di Malaysia?

(ii) Apakah langkah yang boleh di ambil oleh pihak industri untuk mendepani masalah untuk mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS di Malaysia?

1.4 Objektif Kajian

(i) Mengenalpasti halangan dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen-komponen IBS di Malaysia.

(ii) Mengkaji langkah yang boleh di ambil oleh pihak industri untuk mendepani masalah untuk mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS di Malaysia.

1.5 Kepentingan Kajian

Kajian ini dilaksanakan supaya dapat memberi manfaat kepada pelbagai pihak yang terlibat dalam sektor industri pembinaan terutamanya kepada pengeluar IBS agar mendapat pendedahan mengenai kebaikan penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS. Selain itu, hasil kajian ini mampu membuka mata kontraktor bina akan kebaikan penggunaan bahan binaan berasaskan IBS ini akan menjanjikan kualiti terbaik lebih-lebih lagi dengan menggunakan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS. Oleh itu, penggunaan teknologi robotik dalam IBS di dalam projek-projek pembinaan di negara ini banyak memberi kesan yang positif terhadap kualiti pembinaan, penjimatan masa, mengurangkan pembaziran binaan, keselamatan ditapak pembinaan akan lebih terjamin.

1.6 Skop Kajian

Skop kajian ini memfokuskan kepada pengeluar IBS. Kajian ini dilaksanakan terhadap firma-firma yang dikelaskan sebagai pengeluar IBS bagi memenuhi segala kriteria yang diinginkan untuk mendapatkan maklumat berkaitan IBS. Kajian ini difokuskan di firma pengeluaran IBS dan kajian ini tertumpu di negeri selangor kerana di kawasan tersebut memiliki 150 syarikat pengeluar IBS kelas G7 berdaftar di bawah CIDB berbanding dengan negeri-negeri yang lain (CIDB, 2020).

2. Kajian Literatur

2.1 Penggunaan Teknologi Robotik Dalam Penghasilan Komponen IBS ke Arah Revolusi Industri 4.0

IBS di definisikan sebagai sistem yang dihasilkan di kilang atau tapak di dalam persekitaran terkawal, ia termasuk aspek logistik dan pemasangannya, dilakukan dengan koordinasi yang sesuai dengan perancangan dan integrasi yang sistematik (Kamar *et al.*, 2009). Menurut Rahman dan Omar (2006), IBS ditakrifkan sebagai sebagai sistem pembinaan yang menggunakan komponen pra-fabrik. IBS ditakrifkan sebagai teknik pembinaan di mana komponen dihasilkan dalam persekitaran terkawal (pada atau di luar tapak), diangkut, diposisikan dan dipasang ke dalam struktur dengan kerja tapak tambahan yang minimum (Hamid *et al.*, 2008).

Selain itu, menurut Keong, (2017) IR 4.0 ini melibatkan penggunaan mesin yang dapat menghantar, menerima dan bertindak mengikut arahan yang disambungkan kepada sistem melalui rangkaian komunikasi yang membolehkan ianya berinteraksi dengan mesin lain serta manusia untuk menghasilkan produk atau barangan. Seterusnya menurut Oesterreich dan Tueteberg (2016), IR 4.0 merupakan trend untuk meningkatkan penggunaan teknologi maklumat dan automasi dalam sektor pembuatan. Revolusi ini akan membawa perubahan terhadap arena pembinaan dengan peralihan tenaga kerja daripada guna tenaga manusia ke arah penggunaan robotik dan jentera-jentera moden dalam penyediaan projek. Jelaslah bahawa revolusi ini adalah untuk mencapai tahap kecekapan beroperasi dan penghasilan produktiviti yang lebih tinggi (Lu, 2017).

Seterusnya, teknologi robotik merupakan sains kejuteraan dan teknologi robot dan direka bentuk untuk industri, aplikasi dan pelupusan struktur dan berkaitan dengan eletronik, mekanikal dan perisian (Esakki *et al.*, 2017). Selain itu, teknologi robot merupakan penggunaan mesin secara menyeluruh tanpa menggunakan tenaga kerja manusia. Seterusnya, teknologi robotik mampu bekerja selama 24/7 hari tanpa berhenti berbanding penggunaan tenaga manusia yang terbatas (Chu *et al.*, 2013). Selain itu, robot juga merupakan sebuah teknologi merekabentuk dan membina robot, tetapi juga memerlukan sistem komputer untuk mengawal mereka, maklum balas deria, dan pemprosesan data.

2.2 Halangan yang Terdapat Dalam Mengadaptasi Penggunaan Teknologi Robotik dalam Penghasilan Komponen-Komponen IBS di Malaysia

(a) Kos

Mahbub (2008) merumuskan kos untuk memperolehi dan penyelenggaraan teknologi ini memerlukan kos yang tinggi merupakan cabaran utama untuk mengadaptasikan sistem robotik ini di dalam kilang pembuatan IBS. Selain itu, pembelian dan pemasangan teknologi robot automasi sangat mahal yang menyebabkan syarikat-syarikat pengilangan IBS yang mempunyai daya persaingan yang baik dalam pasaran sahaja yang mampu untuk membawa teknologi ini (Sadique *et al.*, 2016). Teknologi robotik automasi memerlukan penambahbaikan dan penyelenggaraan yang sudah tentu memerlukan kos yang tinggi dalam perawatannya (Mistri *et al.*, 2015).

(b) Persekitaran industri pembinaan

Persekitaran industri pembinaan yang masih lagi membenarkan kaedah lama digunakan menyebabkan berlakunya halangan dalam pelaksanaan teknologi baru (Mahbub, 2008). Disebabkan itu kaedah lama masih lagi menjadi pilihan mana-mana pemain industri secara tidak langsung akan memberikan kesan negatif terhadap pengusaha IBS. Selain itu, Semasa proses projek dilaksanakan pihak kontraktor diberi kebebasan untuk menggunakan mana-mana kaedah pembinaan sama ada kaedah konvensional dan kaedah moden (Nawi *et al.*, 2014). Oleh itu berbalik pihak kontraktor lebih gemar memilih kaedah lama kerana sudah lama menggunakannya.

(c) Ketidapatuhan teknologi

Sebenarnya robotik ini sememangnya membawa banyak kebaikan ke dalam industri akan tetapi bila berlakunya kesilapan dalam pengendalian ianya akan mendatangkan risiko samada risiko itu besar atau kecil. Antara salah satu faktornya adalah ketidapatuhan teknologi sedia ada dengan amalan operasi pembinaan semasa (Mahbub, 2008). Oleh disebabkan itu, pekerja lebih suka menggunakan kaedah lama untuk menyelesaikan masalah kerana ketidaktentuan teknologi dan inovasi yang tidak menentu dan sifat persekitaran pembinaan yang tidak menentu (Warszawski, 1985).

(d) Kebolegunaan teknologi

Kebolegunaan teknologi ini bermaksud tahap keupayaan untuk mengendalikan setiap sistem-sistem perisian untuk mengawal teknologi robotik ini. Teknologi sukar untuk digunakan dan tidak mudah untuk memahaminya kerana kesulitan penggunaan perisianya (Mahbub, 2008). Oleh yang demikian, kebiasaanya teknologi ini digunakan oleh Kilang Pintar (*smart factory*) yang di dalamnya mengadaptasi elemen IR 4.0 iaitu *Internet of Things* (IoT). Menurut Balaguer, (2004) menyatakan kecanggihan yang tinggi pada kawalan sistem robotik menjadikannya memberi lebih banyak cabaran kepada pekerja di dalam industri pembinaan yang mempunyai pendidikan yang rendah. Seterusnya, teknologi robotik ini mempunyai panduan yang khusus untuk mengendalikannya dan perkara ini sedikit merumitkan untuk mengendalikannya. Akan tetapi ianya akan menjadi mudah apabila ianya dikawal oleh individu yang mempunyai kepakaran dalam mengendalikannya kerana mempunyai pengalaman dan ilmu kepakaran mengenainya.

(e) Sumber kewangan

Sumber kewangan merupakan halangan yang perlu ditempuhi untuk mengadaptasikan teknologi robotik kerana kosnya yang tinggi dan hanya syarikat yang mempunyai perolehan dan persaingan di pasaran yang mampu membeli teknologi ini (Sadique,2016). Ini membuktikan pengilang IBS yang mempunyai keupayaan dari segi kewangan sahaja yang mampu menggunakan teknologi ini berbanding pengilang-pengilang IBS yang kurang berkemampuan dari segi sumber kewangan. Pengilang IBS yang besar kerana mempunyai pelaburan yang besar dan banyak untuk memperkenalkan teknologi robotik penghasilan komponen IBS ini ke dalam kilang pengeluaran IBS berbanding syarikat pengilangan yang sederhana dan kecil (Sadique,2016).

2.3 Langkah yang boleh diambil oleh Pihak Industri untuk Mendepani Masalah untuk Mengadaptasi Penggunaan Robotik dalam Menghasilkan Komponen-Komponen IBS di Malaysia

(a) Pemberian Insentif Cukai

Pemberian insentif cukai dan dana bertujuan menarik minat pemain industri berkecimpung dan menanam modal mereka ke dalam industri 4.0 (Sarawakiana, 2017). Hal ini, secara tidak langsung akan mengurangkan kos operasi kerana setiap projek yang menggunakan teknologi robotik ini akan mendapat insentif cukai serta dana dan ini merupakan satu peluang yang baik untuk pengeluar IBS terus berkembang dalam arus industri 4.0 melalui penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS.

(b) Penyediaan Latihan Kemahiran

Teknologi baru telah membawa lebih banyak tumpuan kepada keperluan dalam mempertingkatkan kemahiran tenaga kerja tempatan (Richard, 2017). Justeru itu, penyediaan latihan kemahiran kepada pekerja tempatan adalah merupakan persediaan ke arah IR 4.0. Semakin ramai tenaga kerja yang berkemahiran dalam mengendalikan teknologi maka pihak pengeluar IBS tidak ragu-ragu lagi untuk menggunakan teknologi tersebut kerana pekerja tempatan sendiri mempunyai kemahiran dalam mengendalikannya di samping menjimatkan kos operasi. . Maka, semua pihak berkepentingan perlu melibatkan diri, dalam melatih tenaga kerja yang berkemahiran (Nigro,2016).

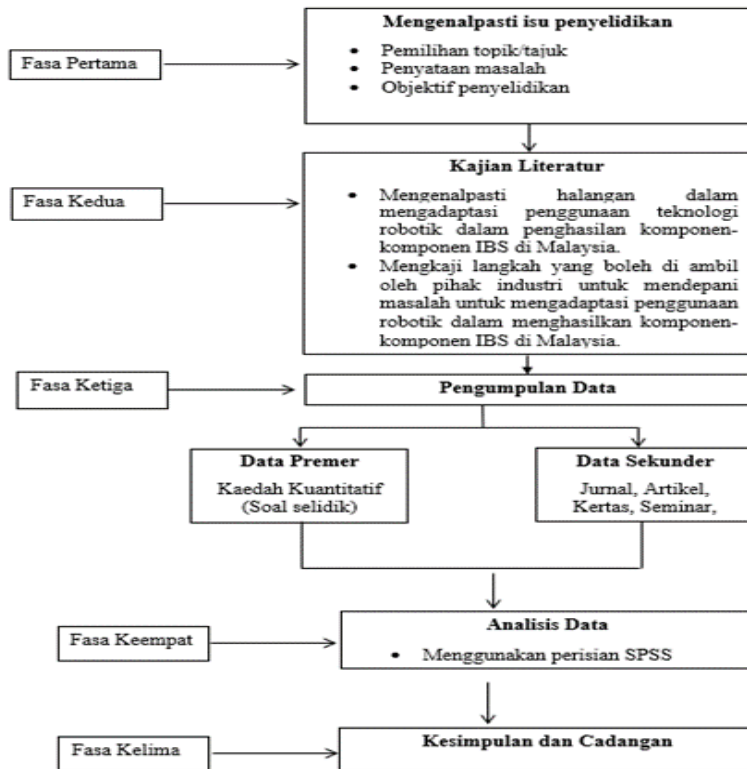
(c) Kesiediaan Majikan Dalam Penggunaan Teknologi Robotik di Dalam Industri

Mengikut Irawanto (2011), menyatakan dalam merealisasikan Revolusi Industri 4.0 kesiediaan majikan untuk membuat pelaburan baru dalam teknologi baru amatlah diperlukan bagi memudahkan operasi kerja harian berlaku secara perlahan-lahan seiring dengan keperluan dan kewangan syarikat. Pihak majikan perlu berani dalam membuat pelaburan ke arah penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS bagi menjamin kualiti dan mampu menjana keuntungan kepada pengusaha dalam jangka masa yang panjang. Menurut Irawanto (2011), dalam mewujudkan pelaksanaan IR4.0 ianya memerlukan pelaburan modal yang tinggi dalam membeli peralatan mahupun dalam mentransformasi teknologi baru. Oleh itu, dapat dirumuskan bahawa kesiediaan para majikan dalam mengeluarkan perbelanjaan amatlah penting dalam merealisasikan penggunaan teknologi robotik ini di dalam industri pembinaan di Malaysia.

3. Metodologi Kajian

3.1 Rekabentuk Kajian

Bahagian ini mengandungi beberapa fasa kajian yang dilakukan oleh penyelidik dalam menyiapkan kajian ini. Antara fasa yang dilakukan oleh pengkaji adalah mengenalpasti isu penyelidikan. Seterusnya fasa kedua iaitu kajian literatur dengan membentuk objektif kajian dan seterusnya fasa pengumpulan data melalui data premier dan sekunder. Fasa yang berikutnya adalah analisis data dan akhir sekali kesimpulan dan cadangan. Carta alir metodologi yang digunakan oleh kajian ini pada Rajah 1.



Rajah 1: Carta alir metodologi

3.2 Kaedah Pengumpulan data

Kaedah pengumpulan data ini menggunakan dua kaedah iaitu melalui data primer dan sekunder. Data primer merupakan sumber yang kali pertama dikumpul untuk dijadikan sebagai data penyelidikan. Menurut Yusof (2003) maklumat dan data yang diperolehi dengan menggunakan pengedaran borang soal selidik. Dalam erti kata lain data primer dikenali sebagai data utama seperti melalui pemerhatian, tinjauan, soal selidik, eksperimen dan sebagainya yang saling berkait dengan penyelidikan yang dijalankan oleh penyelidik.

Manakala data sekunder merupakan data yang telah digunakan oleh orang lain lebih awal. Sumber data sekunder diperolehi melalui pembacaan sumber bahan bercetak seperti artikel jurnal, penerbitan kerajaan, buku, majalah, tesis dan lain-lain. Data sekunder adalah maklumat yang dijalankan berdasarkan jurnal dan kajian tesis yang telah dikaji oleh pengkaji terdahulu (Marican, 2005).

3.3 Instrumen Kajian

Reka bentuk kajian yang dipilih merupakan penggunaan pendekatan kaedah kuantitatif dimana melibatkan proses pengumpulan data, menganalisis data dan membuat rumusan berdasarkan maklumat yang diperolehi melalui responden yang telah dipilih. Menurut Chua (2006), hasil kajian dan ditentukan oleh kaedah dan rekabentuk kajian manakala rekabentuk kajian pula ditentukan oleh matlamat kajian.

(a) Pendekatan kuantitatif

Pemilihan pendekatan kuantitatif ini mampu menyokong dan mengukuhkan lagi terhadap data-data yang diperolehi bagi memenuhi objektif kajian penyelidikan. Di samping itu, menurut Creswell (2007), kaedah kuantitatif ini menentukan jenis reka bentuk, mengumpul dan menganalisis data, menyampaikan hasil, membuat tafsiran, dan menulis penyelidikan dengan cara yang selaras dengan kajian.

(b) *Borang soal selidik*

Borang soal selidik dijadikan instrumen dalam kajian bagi mendapatkan data daripada responden bagi memenuhi objektif kajian. Borang selidik ini mengandungi tiga bahagian iaitu bahagian A, B, dan C. Manakala bahagian B dan C menggunakan kaedah skala Likert bagi mengetahui tahap persetujuan responden terhadap pernyataan soalan. Pembahagian borang soal selidik adalah seperti yang berikut:

Bahagian A: Latar Belakang Responden

Bahagian B: Halangan-halangan yang terdapat dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen-komponen IBS.

Bahagian C: Langkah-langkah yang boleh diambil untuk mendepani masalah mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS.

3.4 Populasi kajian dan persampelan

Kajian ini memfokuskan kepada pengeluar IBS kelas G7 di negeri Selangor. Daripada data yang diperolehi daripada pihak CIDB mendapati terdapat 150 syarikat IBS kelas G7 yang berdaftar di bawah CIDB di negeri Selangor (CIDB, 2020). Untuk kajian ini, penyelidik menggunakan teknik pensampelan Krejicie & Morgan (1970) untuk mendapatkan sampel bagi kajian yang dilaksanakan ini. Dengan menggunakan teknik pensampelan Krejicie & Morgan (1970) populasi bagi kajian ini adalah sebanyak 150 maka sampel yang diperlukan bagi memenuhi kriteria laporan ini adalah sebanyak 108 responden. Sampel kajian ini terdiri daripada syarikat pengeluar IBS kelas G7 di negeri Selangor.

3.5 Analisis data

Setelah data berkaitan dengan kajian telah diperolehi daripada responden, data tersebut telah dianalisis menggunakan kaedah analisis statistik deskriptif dengan bantuan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) untuk mendapatkan hasil kajian. Hasil kajian telah dipersembahkan dalam bentuk jadual dan rajah untuk memudahkan pemahaman.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Analisis data

Sebanyak 110 set soalan soal selidik telah dikirim menerusi link *Google Forms* melalui email dan aplikasi *Whatsapp* kepada syarikat pengeluar IBS kelas G7 untuk dijadikan sebagai responden. Daripada 110 set soalan yang dihantar, sebanyak 49 set soalan telah dijawab oleh pihak responden. Walau bagaimanapun, terdapat 3 set soalan telah didapati tidak mempunyai data yang lengkap dan tidak layak untuk dijadikan data untuk kajian. Jumlah keseluruhan set soalan soal selidik yang telah dijawab oleh responden adalah sebanyak 46 set soalan bersamaan dengan 41%. Nilai peratusan ini telah menepati syarat penyelidikan kerana kadar maklum balas normal responden daripada sektor pembinaan terhadap soalan soal selidik adalah dalam lingkungan 20-40% (Dulaimi *et al.*, 2003).

4.2 Maklumat Demografi Responden

Jadual 1 menunjukkan maklumat demografi responden yang diperolehi daripada soalan kaji selidik Bahagian A. Bahagian ini menunjukkan dapatan kajian demografi yang diperolehi daripada responden yang berkaitan dengan jantina, tahap pendidikan, jawatan dan pengalaman bekerja di dalam industri IBS ini. Dapatan ini menunjukkan kesemua responden yang terlibat adalah sesuai dan layak untuk dijadikan responden bagi kajian ini.

Jadual 1: Maklumat Demografi Responden

Jantina	Pendidikan	Jawatan	Pengalaman
Lelaki 63%	Diploma 4%	Pengurus Projek 11%	< 5 Tahun 46%
Perempuan 37%	Ijazah Sarjana Muda 89%	Jurutera Projek 24%	6-10 Tahun 41%
	Ijazah Sarjana 7%	Penyelia Projek 30%	11-15 Tahun 9%
	PhD 0%	Lain-lain 35%	16-20 Tahun 4%
	Lain-lain 0%		>21 Tahun 0%

4.3 Halangan yang Terdapat Dalam Mengadaptasi Penggunaan Teknologi Robotik dalam Penghasilan Komponen-Komponen IBS di Malaysia

Jadual 2 menunjukkan hasil yang telah diperolehi mendapati bahawa kesemua faktor halangan dalam bahagian ini menunjukkan tahap pusat kecederungan yang tinggi. Faktor yang mencapai min tertinggi dengan nilai min purata sebanyak 4.28 adalah persekitaran sektor pembinaan yang terbiasa menggunakan kaedah konvensional menyebabkan perkembangan teknologi robotik dalam IBS terbantut.

Selain itu, kedudukan kedua tertinggi dengan mencatatkan nilai min purata 4.22 adalah ketidakmampuan dari segi kewangan oleh pengusaha IBS kecil. Seterusnya, kedudukan ketiga tertinggi dengan mencatatkan nilai min purata sebanyak 4.15 adalah persepsi kos yang tinggi terhadap penggunaan sistem robotik dalam IBS. Selain itu, kedudukan keempat tertinggi dengan min purata 4.11 adalah kekurangan permintaan terhadap penggunaan IBS oleh pihak kontraktor akan membantutkan perkembangan teknologi robotik ini ke dalam IBS.

Seterusnya, kedudukan kelima tertinggi dengan min purata 4.07 adalah mengenai kesedaran awam dalam kalangan klien dengan pihak kontraktor yang kurang pengetahuan tentang kebaikan sistem IBS menjadi penyumbang kepada kurangnya permintaan terhadap IBS sekaligus membatutkan perkembangan teknologi robotik ke dalam IBS. Manakala kedudukan keenam tertinggi dengan min purata 4.02 adalah kekurangan tenaga mahir dalam mengendalikan sesuatu sistem yang berkaitan dengan teknologi robotik di dalam sektor pembinaan. Sememangnya teknologi robotik merupakan satu kecanggihan yang perlu dikawal terutamanya prosedur pengaturcaraan dan untuk mengenalkan sistem ini ke dalam industri pembinaan adalah perkara yang sukar (Balaguer, 2004).

Seterusnya, nilai min ketujuh tertinggi adalah sebanyak 4.00 dan kajian mendapati bahawa terdapat 3 soalan yang mendapat min purata yang sama. Antaranya adalah sektor pembinaan di Malaysia masih kekurangan teknologi menyukarkan pelaksanaan sistem robotik di dalam sektor ini. Yang kedua adalah perpindahan teknologi dari satu tempat ke satu tempat yang lain akan memakan masa yang lama dan kos yang tinggi. Yang ketiga adalah kekurangan tenaga pakar dalam pengendalian teknologi robotik ini menyukarkan pelaksanaannya di dalam sektor pembinaan.

Di samping itu, tempat kesepuluh tertinggi yang mencatatkan nilai min purata sebanyak 3.98 adalah pengeluar IBS kurang pengetahuan dan maklumat berkaitan dengan manfaat penggunaan teknologi robotik dalam IBS. Manakala kedudukan tertinggi kesebelas mempunyai 3 soalan yang mencatatkan nilai min purata yang sama iaitu sebanyak 3.96. antaranya adalah kecuaiian dalam mengendalikan sistem teknologi robotik ini akan menyebabkan berlakunya kecacatan pada kualiti dan sebagainya. Yang kedua adalah sistem operasi robotik ini ditetapkan untuk melaksanakan tugas dan tidak mampu

menyelesaikan permasalahan semasa proses penghasilan komponen IBS dan yang terakhir adalah penggunaan teknologi robotik dalam IBS memerlukan kos operasi yang tinggi dalam penghasilan komponen untuk sesebuah projek pembinaan.

Manakala pada kedudukan kedua terakhir dengan mencatatkan nilai min purata sebanyak 3.93 adalah memerlukan masa yang lama untuk menguasai sesuatu teknologi robotik yang baru menyebabkan pengusaha lebih memilih untuk menggunakan kaedah yang lama. Akhir sekali, nilai min terendah yang dicatatkan iaitu sebanyak 3.76 jatuh kepada kecuaiian dalam mengendalikan sistem teknologi robotik ini akan menyebabkan berlakunya kecacatan pada kualiti dan sebagainya.

Jadual 2: Halangan- halangan mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS

Bil	Kenyataan	STS (%)	TS (%)	TP (%)	S (%)	ST (%)	Min
1	Persekitaran sektor pembinaan yang terbiasa menggunakan kaedah konvensional	0	4	11	37	48	4.28
2	Ketidakmampuan dari segi kewangan oleh pengusaha IBS kecil untuk mengaplikasikan teknologi robotik	0	0	13	52	35	4.22
3	Persepsi kos yang tinggi terhadap penggunaan teknologi robotik di dalam IBS	0	2	4	70	24	4.15
4	Kekurangan permintaan oleh kontraktor terhadap penggunaan sistem IBS	0	4	7	63	26	4.11
5	Kesedaran awam dalam kalangan klien dengan pihak kontraktor yang kurang pengetahuan tentang kebaikan sistem IBS	0	4	17	46	33	4.07
6	Kekurangan tenaga kerja yang berkemahiran dalam mengendalikan sesuatu sistem yang berteraskan teknologi robotik di dalam sektor pembinaan.	0	2	15	61	22	4.02
7	Kekurangan tenaga pakar dalam pengendalian teknologi robotik	2	7	9	54	28	4.00
8	Perpindahan sesuatu teknologi dari satu tempat ke tempat yang lain akan memakan masa yang lama dan kos yang tinggi	7	0	9	56	28	4.00
9	Sektor pembinaan di Malaysia yang masih kekurangan teknologi	0	2	20	54	24	4.00
10	Penggunaan teknologi robotik dalam IBS memerlukan kos operasi yang tinggi .	0	2	19	59	20	3.96
11	Sistem operasi robotik ini ditetapkan untuk melaksanakan tugas dan tidak mampu menyelesaikan permasalahan semasa proses penghasilan komponen IBS	0	2	19	59	20	3.96
12	Kecuaian dalam mengendalikan sistem teknologi robotik ini akan menyebabkan berlakunya kecacatan pada kualiti dan sebagainya.	2	2	15	59	22	3.96
13	Memerlukan masa yang lama untuk menguasai sesuatu teknologi robotik	2	2	15	61	20	3.93
14	Sistem robotik ini tidak mempunyai IQ seperti manusia yang mampu berfikir dalam menyelesaikan masalah di kilang IBS	2	4	31	41	22	3.93

15	Pengeluar IBS kurang pengetahuan dan maklumat berkaitan dengan manfaat penggunaan teknologi robotik dalam IBS.	4	35	33	17	11	2.96
----	--	---	----	----	----	----	------

4.4 Langkah yang boleh diambil oleh Pihak Industri untuk Mendepani Masalah untuk Mengadaptasi Penggunaan Teknologi Robotik dalam Menghasilkan Komponen-Komponen IBS di Malaysia

Jadual 3 menunjukkan hasil dapatan bagi langkah yang boleh diambil bagi menghadapi masalah penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS. Langkah-langkah yang mencapai tahap min tertinggi adalah penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan IBS dapat ditingkatkan melalui inovasi daripada R&D dengan mendapat kutipan nilai sebanyak 4.39 dengan kadar tahap kecederungan yang tinggi.

Seterusnya, kedudukan kedua tertinggi dengan mencatatkan nilai min purata sebanyak 4.35 adalah merupakan pengenalan silibus baru oleh CIDB berkaitan dengan kebaikan teknologi robotik dalam IBS akan membuka mata para pengeluar IBS yang baru berjinak dalam bidang ini. Manakala kedudukan ketiga tertinggi dengan mencatatkan nilai purata min sebanyak 4.33 jatuh kepada insentif kewangan akan menggalakkan pengeluar IBS membuat pelaburan terhadap teknologi robotik terkini untuk dibawa di dalam perkilangan IBS.

Selain itu, kedudukan keempat tertinggi adalah merupakan penyelidikan dan pembangunan (R&D) yang dijalankan terhadap keupayaan teknologi robotik akan meyakinkan dan menggalakkan kontraktor binaan memilih penggunaan IBS sebagai kaedah utama dalam pembinaan dengan mengumpulkan nilai min sebanyak 4.30 iaitu mencatatkan nilai tahap kecederungan yang tinggi.

Seterusnya, kedudukan kelima tertinggi terdapat dua item dengan mencatatkan min purata sebanyak 4.28 iaitu langkah pengenalan syarat oleh CIDB yang mewajibkan pihak kontraktor menggunakan IBS di dalam projek yang melebihi 10 juta ringgit bagi bangunan kerajaan akan membantu perkembangan teknologi robotik di dalam IBS dan pihak CIDB hendaklah sentiasa menyalurkan maklumat serta info mengenai IR4.0 berkaitan perkembangan arus permodenan teknologi serta manfaat IR4.0 kepada pihak kontraktor dan industri.

Seterusnya, terdapat dua item di kedudukan ketujuh tertinggi dengan mencatatkan nilai min purata sebanyak 4.24 iaitu insentif kewangan oleh pihak kerajaan membantu pengeluar IBS dalam sumber kewangan bagi penggunaan teknologi robotik didalam IBS dan pihak CIDB memainkan peranan yang dalam mempromosikan industri teknologi ini melalui pengenalan kursus-kursus khas di dalam pelan modul IR4.0.

Selain itu, terdapat dua item di tempat kesembilan tertinggi dengan kutipan nilai min purata sebanyak 4.17 iaitu pengurangan cukai terhadap mana-mana pengeluar yang menggunakan IBS sebagai kaedah utama dalam pembinaan dan dan penyediaan khusus kemahiran oleh pihak CIDB yang berkaitan bagi melahirkan tenaga kerja tempatan yang mahir dan berkualiti dalam bidang teknologi robotik.

Manakala kedudukan kedua terendah jatuh kepada pemberian insentif cukai kepada pengeluar IBS oleh kerajaan merupakan usaha dalam mempromosikan industri teknologi robotik bagi mengurangkan kebergantungan terhadap tenaga buruh manusia dengan mencatatkan jumlah nilai min purata sebanyak 4.15. akhir sekali, kedudukan min purata terendah dalam bahagian ini adalah merupakan melalui Program Transformasi Industri Pembinaan (CITP) 2016-2020 ini dapat memperkasakan sistem IBS ini melalui penggunaan teknologi robotik selari dengan agenda IR4.0 di dalam sektor pembinaan dengan mencatatkan nilai min purata sebanyak 4.11 dengan anggaran tahap kecederungan yang tinggi.

Jadual 3: Langkah-langkah yang boleh diambil untuk mendepani masalah mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS.

Bil	Kenyataan	STS	TS	TP	S	SG	Min
1	Penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan IBS dapat ditingkatkan melalui inovasi daripada R&D.	0	0	6	48	46	4.39
2	Pengenalan silibus baru oleh CIDB berkaitan dengan kebaikan teknologi robotik dalam IBS akan membuka mata para pengeluar IBS yang baru berjinak dalam bidang ini.	0	2	6	46	46	4.35
3	Insentif kewangan akan menggalakkan pengeluar IBS membuat pelaburan terhadap teknologi robotik terkini	0	0	9	50	41	4.33
4	Penyelidikan dan pembangunan (R&D) yang dijalankan terhadap keupayaan teknologi robotik akan menyakinkan dan menggalakkan kontraktor binaan memilih penggunaan IBS sebagai kaedah utama dalam pembinaan.	0	0	9	52	39	4.30
5	Pihak CIDB hendaklah sentiasa menyalurkan maklumat serta info mengenai IR4.0 berkaitan perkembangan arus permodenan teknologi serta manfaat IR4.0 kepada pihak kontraktor dan industri.	0	0	9	54	37	4.28
6	Langkah pengenalan syarat oleh CIDB yang mewajibkan pihak kontraktor menggunakan IBS di dalam projek yang melebihi 10 juta ringgit bagi bangunan kerajaan.	0	2	9	48	41	4.28
7	Pihak CIDB memainkan peranan yang dalam mempromosikan industri teknologi ini melalui pengenalan kursus-kursus khas di dalam pelan modul IR4.0.	0	0	11	54	35	4.24
8	Insentif kewangan oleh pihak kerajaan membantu pengeluar IBS dalam sumber kewangan.	0	0	13	50	37	4.24
9	Pengurangan cukai terhadap mana-mana kontraktor yang menggunakan IBS sebagai kaedah utama.	0	0	25	52	33	4.17
10	Penyediaan khusus kemahiran oleh pihak CIDB yang berkaitan bagi melahirkan tenaga kerja tempatan yang mahir dan berkualiti dalam bidang teknologi robotik.	0	0	17	48	35	4.17
11	Pemberian insentif cukai kepada pengeluar IBS oleh kerajaan merupakan usaha dalam mempromosikan industri teknologi robotik	0	4	11	50	35	4.15
12	Melalui Program Tranformasi Industri Pembinaan (CITP) 2016-2020 ini dapat memperkasakan sistem IBS ini melalui penggunaan teknologi robotik selari dengan agenda IR4.0 di dalam sektor pembinaan.	0	0	7	76	17	4.11

4.5 Perbincangan

Objektif yang pertama adalah mengenalpasti halangan-halangan yang terdapat dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS. Daripada hasil dapatan yang diperolehi mendapati halangan yang tertinggi mendapat persetujuan daripada responden adalah persekitaran sektor pembinaan yang terbiasa menggunakan kaedah konvensional menyebabkan perkembangan teknologi robotik di dalam industri pengilangan IBS. Menurut Mahbub (2008), persekitaran industri pembinaan yang masih lagi membenarkan kaedah lama digunakan menyebabkan berlakunya halangan dalam pelaksanaan teknologi baru. Manakala halangan yang mendapat persetujuan paling rendah adalah Pengeluar IBS kurang pengetahuan dan maklumat berkaitan dengan manfaat penggunaan teknologi robotik dalam IBS.

Objektif yang kedua pula adalah mengenai langkah-langkah yang boleh diambil untuk mendepani masalah untuk mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen IBS. Daripada hasil dapatan yang diperolehi mendapati bahawa langkah yang mendapat persetujuan tertinggi adalah penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan IBS dapat ditingkatkan melalui inovasi daripada R&D. Manakala langkah yang terendah mendapat persetujuan daripada responden adalah melalui Program Tranformasi Industri Pembinaan (CITP) 2016-2020 ini dapat memperkasakan sistem IBS ini melalui penggunaan teknologi robotik selari dengan agenda IR4.0 di dalam sektor pembinaan.

Kajian ini juga telah menghasilkan beberapa cadangan kepada pihak yang berkepentingan bagi meningkatkan penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS seperti yang berikut:

- (i) Pihak CIDB perlu mengemukakan syarat baru dengan mewajibkan mana-mana projek bukan kerajaan perlulah menggunakan kaedah IBS sebagai kaedah utama dalam pembinaan mereka bagi menyokong industri IBS terus berkembang.
- (ii) Pihak kontraktor perlu berani membuat pelaburan terhadap penggunaan sistem IBS yang menjanjikan mutu binaan yang berkualiti sebagai kaedah utama dalam pembinaan.
- (iii) Pihak kerajaan mesti memainkan peranan yang penting dalam membantu pemain industri pembinaan mendapatkan saluran yang betul bagi memudahkan urusan perpindahan teknologi robotik daripada negara luar.

5. Kesimpulan

Secara keseluruhannya kajian ini telah mencapai objektifnya iaitu mengenalpasti halangan yang terdapat dalam mengadaptasi penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen-komponen IBS dan mengkaji langkah yang boleh di ambil oleh pihak industri untuk mendepani masalah untuk mengadaptasi penggunaan robotik dalam menghasilkan komponen-komponen IBS di Malaysia. Untuk mencapai tahap Revolusi Industri 4.0, semua pihak dalam industri pembinaan perlu memainkan peranan mereka dalam menjayakan pelaksanaan penggunaan teknologi robotik dalam penghasilan komponen IBS. Kajian ini bertujuan untuk memberikan manfaat dan memberikan rujukan kepada pihak-pihak tertentu seperti penyelidik akademik, pihak industri pembinaan dan badan kerajaan yang berkaitan seperti CIDB dan JKR. Pakar akademik yang relevan dapat merujuk kepada topik yang berkaitan dan diharapkan dapat digunakan dalam membantu bidang yang berkaitan dengan kajian akademik. Disamping itu, pihak industri seperti pengeluar IBS dapat merujuk berkaitan cabaran dan langkah penggunaan teknologi robotik dalam pengeluaran komponen IBS. Selain itu, badan kerajaan juga dapat merujuk penelitian tersebut untuk mendorong pihak industri untuk mempraktikkan penggunaan teknologi robotik dalam pengeluaran komponen IBS.

Acknowledgement

The authors would also like to thank the Faculty of Technology Management and Business, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia for its support.

Rujukan

- Rancang Tumpu Insentif Cukai Kepada Industri 4. Berita Sarawakiana. Dicapai pada Oktober 13, 2018, dari <http://www.sarawakiana.net/2017/07/bajet-2018-kerajaan-rancang-tumpu.html>
- Ahmad, A. (2015). Manfaatkan Teknologi Ibs. Utusan Online. [online] Available at: <https://www.utusan.com.my/sains-teknologi/teknologi/manfaatkanteknologi-ibs-1.98066> [Accessed 4 Oct. 2019].
- Ahmad, A. (2017, June 11). Industri 4.0: Ubah Cara Hidup. Berita Harian Online. Dicapai pada May 13, 2018 dari <https://www.bharian.com.my/node/291781>
- Chu, B., Jung, K., Lim, M. T., & Hong, D. (2013a). Robot-based construction automation: An application to steel beam assembly (Part I). *Automation in Construction*, 32, 46–61. Elsevier
- CIDB (2010). “Industrialised Construction: state of the art report”, TG 57 Publication, International Council for Research and Innovation in Buildings and Construction. Dicapai pada May 13, 2018, dari <http://www.theborneopost.com/2017/07/29/hrdf-prepares-for-4th-industrial-revolution-with-new-initiatives/>
- CIDB (2020). Portal rasmi CIDB. Dicapai pada Julai 5, 2020 dari <http://www.cidb.gov.my/index.php/my/>
- Dulaimi M. F., Ling, F. Y. Y., Bajracharya A. (2003). Organisational motivation and organisational interaction in construction innovation in Singapore. *Construction Management and Economics*, 21(3):307-318.
- Hamid, Z. Kamar, K. A. M. Zain, M. Ghani, K. and Rahim, A. H. A. (2008) Industrialized Building System (IBS) in Malaysia: the current state and R&D initiatives, *Malaysia Construction Research Journal*, Vol. 2 (1):1-13.
- Irawanto, R. (2011). Revolusi Industri 4.0. Kosmo Online. Dicapai pada May 13, 2018, dari http://ww1.kosmo.com.my/kosmo/content.asp?y=2017&dt=0830&pub=Kosmo&sec=Rencana_Utama&pg=ru_02.htm
- Ismail, A. S. (2017, June 7). Keperluan celik digital. Sinar Online. Dicapai pada May 13, 2018 dari <http://www.sinarharian.com.my/kampus/keperluan-celik-digital-1.685595>
- Jabatan Perangkaan Malaysia (2019). Siaran Akhbar Prestasi Ekonomi Malaysia Suku Tahun Pertama 2019. Kuala Lumpur: Jabatan Perangkaan Malaysia
- Kamar. KAM, Alshawi. M, and Hamid. ZA. Barriers to Industrialized Building System (IBS): the case of Malaysia. BuHu 9th International Postgraduate Research Conference (IPGRC): Salford, United Kingdom, 471-484, 2009
- Kamaruddin, s. S., ohammad, m. F., & mahub, r. (2016). Barriers and impact of mechanisation and automation in construction to achieve better quality products. *Procedia - social and behavioral sciences*, 222, 111–120.
- Keong, M. S. (2017, Nov 28). Industri 4.0: Apakah manfaatnya kepada komoditi?. Berita Harian Online. Dicapai pada May 13, 2018, dari <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2017/09/330726/industri-40-apakah-manfaatnya-kepada-komoditi>
- 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.2017.04.005>
- Marican, S. (2005). Kaedah Penyelidikan Sains. Kuala Lumpur: Prentice Hall/ Pearson Malaysia.
- Mistri, P. S., & Rathod, H. *Int. Journal of Advanced Research In Engineering, Science & Management*, pp 1–4 (2015)
- Nawi, M.N.M., Jalaluddin, S.M.F., Zulhumadi, F., Ibrahim, J.A., Baharum, F. (2014), A strategy for improving construction projects sustainability through value management approach. *International Journal of Applied Engineering Research*, 9(24), 28377-28385.
- Nawi, M. N. M., Baluch, N., & Bahauddin, A. Y. *MATEC Web of Conference* 15 vol. 9, pp. 1–8 (2014)
- Nigro, S. (2016). Three Ways To Reinvent For The Fourth Industrial Revolution. *Forbes*. Dicapai pada Oktober 18, 2019 from <https://www.forbes.com/sites/hpinc/2016/12/07/three-ways-to-reinvent-for-the-fourth-industrial-revolution/#190fca012091>
- 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
- Richard, R. J. (2017, July 29). HRDF prepares for 4th Industrial Revolution with new initiatives. *Borneo Post Online*. Dicapai pada Oktober 4, 2019, dari <http://www.theborneopost.com/2017/07/29/hrdf-prepares-for-4th-industrial-revolution-with-new-initiatives/social>. Prentice Hall/Pearson Malaysia

- Vignaesvaran, C. M. (2017, July 17). Training the workforce for industry 4.0. The Star Online. Dicapai pada Oktober 13, 201, from <https://www.thestar.com.my/metro/smebiz/news/2017/07/17/training-the-workforce-for-industry-40/>.
- Rahman. ABA and Omar. W. Issues and challenges in the implementation of IBS in Malaysia. Proceeding of the 6th Asia-Pacific Structural Engineering and Construction Conference (ASPEC 2006): Kuala Lumpur, Malaysia, 2006.
- S.T Rubaneswaran. (2017, Jan 7). Malaysia Akan Ketinggalan Jika Abaikan Industri 4.0. Astro Awani. Dicapai pada May 13, 2018 dari <http://www.astroawani.com/berita-malaysia/malaysia-akan-ketinggalan-jika-abaikan-industri-4-0-128119>
- Sadique, A., & Mahesh, G. International Journal of Engineering Research and Science & Technology, vol. 3 no. 1 (2016)
- Yusof, R (2003). Penyelidikan Sains Sosial (Social Science Research). Pahang, Malaysia: PTS Publications & Distributors (Malay Version).