

Cabaran Penggunaan Sistem Sensor di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Nur Nabihah Mohamad¹ & Roshartini Omar^{1,2,*}

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

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

*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.01.083>

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

Abstract: Sensor systems are important to increase awareness of environmental monitoring as well as provide safety and surveillance benefits. It is clear that the sensor system is a basic automation element with the ability to fill the building environment. A signal sensor that is not routed to a microprocessor will process the data and is capable of providing information output to external users. Therefore, the objective of this study is to identify the types of sensors used in green commercial office buildings, study the problems of the use of sensor systems in green office buildings and strategies to improve the use of sensor systems in commercial office buildings. This study was conducted in the state of Johor by using quantitative methods that interpret the questionnaire instrument and all data obtained from the questionnaire analyzed using SPSS 17.0 software. A total of 50 respondents using and 50% response rate were involved in this study consisting of deployment managers, project managers and engineers. The results showed that the highest types of sensors used in green commercial office buildings were analog and digital types. The most critical problem of the use of sensor systems is the security challenge. To that end, the majority of respondents strategizing strategies to increase the use of sensor systems are best with strategic strategies such as providing remuneration and tax incentives from the government to organizations that want to adopt system sensors on their companies. Therefore, the study is to benefit the academic field as a guide and reference to students doing new research, as well as to the construction industry for the use of this sensor system in managing their buildings in the future.

Keywords: Automation, Green commercial office buildings, Construction industry, Sensors, Systems

Abstrak: Sistem sensor adalah elemen penting untuk meningkatkan kesedaran mengenai pemantauan persekitaran serta memberikan faedah keselamatan dan

pengawasan. Ini bermaksud bahawa sistem sensor adalah elemen automasi asas dengan kemampuan untuk mengawal persekitaran bangunan. Signal sensor yang disalurkan ke mikroprosesor akan memproses data dan mampu memberikan output maklumat kepada pengguna luaran. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti jenis sensor yang digunakan di bangunan pejabat komersial hijau, mengkaji cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau dan mengkaji strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Kajian ini dijalankan di negeri Johor dengan menggunakan kaedah kuantitatif yang mentafsirkan instrumen soal selidik dan kesemua data yang diperolehi dari borang soal selidik tersebut dianalisis menggunakan perisian SPSS 17.0. Sebanyak 50 responden yang menggambarkan sebanyak 50% kadar respon telah terlibat dalam kajian ini yang terdiri daripada pengurus kemudahan, pengurus projek dan jurutera. Hasil kajian menunjukkan bahawa jenis sensor yang digunakan dalam bangunan pejabat komersial hijau yang paling tinggi adalah jenis analog dan digital manakala cabaran penggunaan sistem sensor yang paling kritikal adalah cabaran pengurusan keselamatan. Untuk itu, majoriti responden berpendapat strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor yang paling baik adalah dengan melaksanakan strategi umum seperti pemberian imbuhan dan insentif cukai daripada kerajaan kepada organisasi yang ingin menggunakan sistem sensor pada syarikat mereka. Oleh yang demikian, sumbangan utama kajian ini adalah untuk memberi manfaat kepada bidang akademik sebagai panduan dan rujukan kepada pelajar yang melakukan penyelidikan baru, dan juga kepada industri pembinaan untuk menyesuaikan penggunaan sistem sensor ini dalam menguruskan bangunan mereka pada masa hadapan.

Kata kunci: Automasi, Bangunan pejabat komersial hijau, Industri pembinaan, Sensor, Sistem

1. Pengenalan

Perkataan "sensor" sering digunakan untuk pelbagai tujuan pengurusan dan maknanya telah diperluas oleh kedatangan konsep baru dan bertambah baik dalam teknologi masa kini. Peningkatan pesat dalam teknologi, termasuk integrasi mikropemrosesan yang maju, menjadikan rangkaian aplikasi sensor menjadi hampir tidak terbatas (Moradiya, 2018). Sistem sensor mempunyai keupayaan pintar seperti komunikasi tanpa wayar dan pengawal kepada semua data penting sesebuah organisasi. Sistem Sensor digunakan bagi tujuan pemrosesan data berbentuk digital, serta membuat keputusan dan komunikasi secara dua hala. Sistem sensor terkini mempunyai pelbagai kelebihan jika dibandingkan dengan sensor konvensional atau tradisional seperti saiznya yang lebih kecil, penggunaan kuasa paling minimum, disamping menjamin prestasi yang tinggi.

Takrifan sistem sensor mungkin berbeza-beza, tetapi kebiasaannya sistem sensor adalah gabungan unsur pengesanan dengan keupayaan pemrosesan yang disediakan oleh mikropemroses. Sistem Sensor juga merupakan unsur pengesanan asas dengan tertanamnya keupayaan pintar dan cekap. Isyarat sensor akan diberi kepada mikropemroses serta menyediakan output yang bermaklumat kepada pengguna luaran (Hunter, 2016). Tambahan lagi, sistem sensor adalah peranti yang mengambil input dari persekitaran fizikal dan menggunakan sumber daya pengiraan terbina dalam untuk melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan sebelum mengesan input spesifik dan kemudian memproses data sebelum menyampaikannya kepada pengguna luaran (Margaret, 2015).

1.1 Latar Belakang Kajian

Sistem sensor ditentukan oleh piawaian IEEE 1451 sebagai sensor dengan memori kecil dan sambungan fizikal untuk membolehkan komunikasi dengan pemroses dan rangkaian data atau boleh juga dijelaskan sebagai gabungan sensor dengan penyambungan isyarat, algoritma tersembunyi dan

antara muka digital. Sistem sensor kini sangat diguna pakai dalam peranti mudah alih seperti telefon dan tablet. Jenis-jenis sensor akan bertindak merespon isu-isu penggunaan kuasa, komunikasi data dan integrasi sistem di peringkat pengecaman signal bagi memastikan jumlah penggunaan data yang telah ditetapkan oleh organisasi. Beberapa batasan sistem sensor adalah kekurangan fleksibiliti, ketiadaan penyesuaian, spektrum aplikasi yang sempit, dan protokol komunikasi.

Seterusnya, pengesan pintar turut dibina di dalam sistem sensor sebagai komponen teknologi yang menukarkan pembolehubah aliran data digital untuk penghantaran ke pintu masuk kuasa sesuatu arus elektrik. Algoritma aplikasi dilakukan oleh unit mikropemproses terbina dan boleh dijalankan melalui proses penyesuaian isyarat spesifik (Laney, 2002).

1.2 Pernyataan Masalah

Penyesuaian sistem sensor di kalangan semua pihak yang terlibat dalam bangunan pejabat komersial hijau dapat menjamin kepuasan dan keselesaan untuk menjalankan rutin harian yang telah dibahagi kepada semua peringkat pengurusan mengikut Tom (2019). Antara ciri utama sistem sensor ialah menawarkan capaian data dan maklumat dalam satu sistem tunggal Peter (2012). Dengan itu, sistem tersebut memudahkan semua peringkat pengurusan untuk mendapatkan maklumat yang mereka kehendaki dalam satu-satu masa. Namun begitu, fungsi sistem sensor yang dijalankan ini mungkin akan melibatkan pelbagai kebarangkalian negatif yang perlu diatasi oleh organisasi yang melaksanakan sistem sensor tersebut. Menurut Abhari (2019), halangan yang sering disedari oleh para profesional adalah peningkatan masa yang diperlukan oleh penggabungan data dari sistem sensor ke dalam proses pengurusan dan kawalan pada bangunan. Halangan lain termasuk kekurangan pengetahuan teknikal, keengganan disebabkan kos yang perlu dibiayai adalah tinggi, data yang kurang tepat, dan kehilangan kawalan sepanjang proses pengurusan serta kurangnya tenaga mahir yang berupaya untuk mengendali sistem sensor tersebut.

Berdasarkan kajian Maryam & Kaveh (2019), walaupun banyak teknologi wujud seperti sistem sensor untuk membantu pengurusan tenaga yang lebih cekap, agak sedikit yang mengambil inisiatif untuk mengimplementasi sistem tersebut dan seolah tidak mahu mengadaptasi teknologi baharu itu disebabkan oleh risiko-risiko kecil yang perlu ditanggung seperti kos dan kekurangan kemahiran walhal hal tersebut sebenarnya dilihat bukanlah satu bebanan yang terlalu rumit bagi sebuah organisasi yang besar. Maka dari itu, adalah perlu untuk dikaji aspek seterusnya iaitu strategi yang perlu diambil bagi mengurangkan permasalahan ini.

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan kepada permasalahan kajian, persoalan kajian yang timbul adalah seperti:

- (i) Apakah jenis sensor yang dapat digunakan di bangunan pejabat komersial hijau?
- (ii) Apakah cabaran yang dihadapi dalam melaksanakan penggunaan sistem sensor oleh organisasi di bangunan pejabat komersial hijau?
- (iii) Apakah strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau?

1.4 Objektif Kajian

Objektif utama kajian adalah seperti:

- (i) Menenalpasti jenis sensor yang digunapakai di dalam bangunan pejabat komersial hijau,
- (ii) Mengkaji cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau,
- (iii) Mengkaji strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau.

1.5 Skop Kajian

Penyelidikan ini memberi tumpuan kepada cabaran pelaksanaan sistem sensor dalam mewujudkan pengurusan bangunan yang lebih baik secara spesifik untuk bangunan pejabat komersial hijau. Dalam menguruskan sebuah bangunan hijau, keperluan untuk memberi penunmpuan kepada kecekapan tenaga adalah salah satu unsur utama yang perlu ditekankan. Oleh kerana sistem sensor adalah sistem automasi, ia dapat menghantar koleksi data dari tenaga yang dihasilkan di dalam bangunan bersama dengan tindakan untuk mengawal dan mengimbangi penggunaan tenaga secara automatik untuk mengelakkan masalah yang penggunaan tenaga secara berlebihan. Berdasarkan statistik yang dikeluarkan oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB), berlaku peningkatan dari tahun 2014-2016 terhadap penggunaan tenaga elektrik iaitu 742.66 juta kilowatt jam pada 2014 kepada 975.36 juta kilowatt jam pada 2016 iaitu peningkatan sebanyak 232.7 juta kilowatt jam dalam tempoh dua tahun. Hal ini membawa kepada penekanan untuk memastikan penggunaan sistem sensor di bangunan untuk seterusnya dapat menjamin tenaga yang cekap.

Kajian ini juga menggunakan instrumen kajian borang soal selidik. Kaedah soal selidik ini akan dijalankan dengan cara mengedarkan borang soal selidik kepada responden kajian yang terlibat iaitu terdiri daripada responden dari syarikat kontraktor bagi mendapatkan segala maklumat dan data-data penting berkaitan penggunaan sistem sensor pada bangunan pejabat dan pandangan mereka tentang sistem itu. Dari segi lokasi kajian, negeri Johor merupakan kawasan yang dipilih kerana dilihat mempunyai lebih banyak binaan bangunan (pejabat komersial hijau) berikutan peningkatan dalam sektor pembinaan bangunan di Johor. Peratusan pertumbuhan bangunan hijau dan hasil KDNK yang dapat diperoleh pada tahun 2017 menunjukkan negeri Johor memperoleh peratusan yang tinggi iaitu sebanyak 24.5 % berbanding negeri-negeri lain seperti Kedah, Melaka dan Pahang.

1.6 Kepentingan Kajian

Hasil daripada analisis kajian telah membantu penyelidik menyedari beberapa kepentingan kajian seperti, bagi bidang akademik kajian ini dapat mewujudkan budaya kelestarian alam sekitar dengan menggalakkan pelajar memilih sistem pengurusan yang berkonsepkan penggunaan tenaga yang cekap untuk lebih memelihara alam sekitar berbanding penggunaan sistem yang memberi dampak negatif kepada persekitaran. Di samping itu, kajian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan dan juga membantu mewujudkan pengetahuan baharu yang berkaitan dengan bidang kajian sistem sensor khususnya kepada penyelidik baru dalam menjalankan kajian pada masa akan datang. Bagi industri pembinaan pula, kajian ini memberikan kesedaran kepada organisasi tentang kelebihan penggunaan sistem sensor ini untuk perubahan alam sekitar yang positif serta dapat menangani cabaran dan kesan alam sekitar yang buruk. Sebagai tambahan, pelaksanaan sistem sensor dalam satu organisasi membantu elemen penting organisasi untuk lebih berjaya seperti kos, kualiti, dan memakan masa yang lebih singkat untuk mengendalikan satu pemprosesan data yang agak rumit.

2. Kajian Literatur

Bahagian ini menerangkan tentang perbincangan laporan, penulisan kajian dan data serta hasil kajian lepas yang berkaitan dengan kajian yang dijalankan. Sorotan penulisan merangkumi huraian aspek bagi anatomi sistem, jenis sensor, cabaran sistem sensor dan strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau.

2.1 Anatomi Sistem Sensor

Sistem Sensor secara umumnya, adalah sistem yang mempunyai sejumlah komponen yang berubah-ubah. Tiga komponen asas telah dikenal pasti: elemen sensor, pembungkusan dan sambungan sensor, dan perkakasan pemprosesan isyarat sensor. Walau bagaimanapun, terdapat

komponen tambahan untuk sensor tertentu. Terdapat banyak teknologi yang tersedia untuk menukar isyarat magnetik menjadi isyarat elektrik namun kekangan aplikasi seperti kos dan kesan kepada persekitaran sangat mempengaruhi reka bentuk fizikal sebenar sistem sensor dan pemilihan bahan dalam sistem sensor (Elliot, 2005).

2.2 Jenis Sensor Yang Digunapakai Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Sistem Sensor terdiri daripada tiga jenis yang berbeza. Bagi setiap jenis tersebut, terdapat pula kepelbagaian jenis sistem sensor yang digunapakai untuk diadaptasi ke dalam ruang bangunan pejabat. Jenis-jenis sensor yang digunakan di bangunan pejabat komersial hijau adalah seperti sensor aktif, sensor pasif serta sensor analog dan digital.

(a) *Sensor Aktif*

Sensor aktif ini adalah jenis sensor yang menghasilkan isyarat output dengan bantuan bekalan eksitasi luaran. Menurut Hunter (2016), sifat fizikal sensor itu berbeza-beza sehubungan dengan kesan luaran yang berlaku. Oleh itu, sistem sensor aktif ini juga dikenali sebagai "*Self-Sensor*". Sensor aktif terdiri daripada beberapa jenis seperti sensor kimia untuk mengesan perubahan yang berlaku dalam udara, sensor kualiti air untuk menguruskan kualiti air dalam bangunan serta sensor sentuh untuk mengawal sentuhan sensitif pada sesuatu sistem.

(b) *Sensor Pasif*

Sensor pasif adalah jenis sensor yang menghasilkan isyarat output tanpa bantuan daripada bekalan luaran sensor yang diaktifkan mengikut Heath (2016). Sistem ini tidak memerlukan rangsangan atau voltan tambahan untuk menjalankan fungsinya. Sensor pasif terdiri daripada beberapa jenis seperti sensor cahaya untuk mengawal penggunaan dan penyerakan cahaya di dalam bangunan, sensor tekanan untuk mengesan dan mengelakkan daya tekanan yang terlalu tinggi pada bangunan dan sensor kelajuan untuk mengesan kelajuan sesuatu benda atau objek yang bergerak pada sesuatu masa.

(c) *Sensor Analog dan Digital*

Sensor Analog dan Digital menurut Gary (2016) adalah sistem yang dapat menghantar signal bagi maklumat daripada proses pengumpulan data yang berlaku dalam sistem tersebut dan di kemukakan dalam bentuk digit. Sensor analog dan digital terdiri daripada beberapa jenis seperti sensor suhu untuk mengukur suhu pada ruangan bangunan, sensor inframerah untuk mengukur radiasi cahaya ke dalam bangunan, serta sensor kecepatan untuk mengukur kecepatan pada objek yang dikesan dan diuji.

2.3 Cabaran Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Terdapat cabaran yang perlu dihadapi di dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat. Hal ini kerana sistem sensor merupakan satu sistem yang mengandungi jumlah rangkaian yang sangat luas, dan tambahan pula sistem sensor ini merupakan teknologi yang agak rumit untuk dikendalikan oleh penggunanya. Antara cabaran yang terdapat mealalui penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau adalah cabaran keselamatan, cabaran privasi, cabaran kesambungan, cabaran peningkatan kos, cabaran pengurusan keselamatan, cabaran persekitaran dan cabaran implikasi etika.

(a) *Cabaran Keselamatan*

Cabaran dalam sistem sensor adalah dari aspek keselamatan. Apabila sistem sensor berkembang, kepentingan keselamatan juga menjadi perhatian besar. Peranti sistem sensor berisiko mematkan grid kuasa yang menyebabkan pemadaman elektrik ke kawasan geografi yang besar (Stanley, 2010). Peningkatan keselamatan biasanya dilaksanakan dengan memasukkan tampalan keselamatan tambahan ke sistem. Kegagalan keselamatan juga mungkin berlaku kerana langkah keselamatan peranti dan alat sensor yang tidak mencukupi.

(b) Cabaran Privasi

Privasi peribadi adalah faktor penting dalam sistem yang mengumpulkan maklumat pengguna. Menurut Cecelie (2017) peranti sistem sensor mengumpulkan maklumat peribadi dan dihantar melalui rangkaian berwayar atau tanpa wayar. Maklumat yang dikumpulkan disimpan dalam pangkalan data terpusat dan digunakan untuk keperluan masa depan. Maklumat peribadi pengguna mesti dilindungi dengan mengelakkan kemungkinan adanya akses dan penggodaman tanpa izin. Maklumat sensitif mengenai tabiat, gaya hidup, kesihatan pengguna, dan lain-lain boleh disalahgunakan sekiranya ada kemungkinan akses data tanpa izin. Sistem sensor harus memenuhi syarat privasi peraturan setiap negara dan memastikan privasi pengguna dilindungi.

(c) Cabaran Kesambungan

Sebilangan besar peranti sensor akan disambungkan ke rangkaian tanpa wayar untuk keperluan khusus mengikut Gary (2012). Terdapat banyak teknologi penghantaran tanpa wayar yang digunakan sistem sensor seperti Wi-Fi, Bluetooth, LoRa WAN, SigFox, dan Zigbee. Setiap sistem ini mempunyai kelebihan dan spesifikasi tersendiri. Pelaksanaan pelbagai platform teknologi ini sangat mencabar bagi pembangun dan pengguna sistem kerana maklumat harus dikongsi antara peranti dan aplikasi dan menyebabkan berlakunya kesukaran dalam kesambungan pada pelbagai platform teknologi.

(d) Cabaran Peningkatan Kos

Seperti teknologi baru yang muncul, sistem sensor juga berkembang di pelbagai bidang untuk menyokong aplikasinya. Oleh kerana semakin pesat, persaingan juga meningkat dan syarikat berusaha menyeragamkan teknologi mereka sebagai standard industri. Menurut Heath (2016) sebarang keperluan perkakasan tambahan untuk keserasian akan menyebabkan pelaburan tambahan kepada penyedia perkhidmatan dan pengguna juga sistem sensor tersebut. Peranti dan rangkaian sensor mesti serasi dengan semua teknologi penghantaran konvensional. Keserasian peranti adalah topik penting dan mencabar ketika berhadapan dengan pelbagai jenis peranti, aplikasi, teknologi dan transmisi. Untuk memiliki infrastruktur sensor yang cekap, teknologi harus diseragamkan, protokol rangkaian, jalur transmisi, kadar data dan pemprosesan perlu ditentukan dan dipantau dan ianya melibatkan kos.

(e) Cabaran Pengurusan Keselamatan

Cabaran utama yang mungkin dihadapi dalam pengurusan keselamatan terletak pada ketersediaan suara peranti sokongan dalam telekomunikasi. Model telekomunikasi sangat penting dalam mewujudkan peranan sensor bunyi (Bouchaud, 2010). Dengan cara yang berbeza, privasi dan keselamatan data yang dihantar dalam rangkaian sistem sensor sangat penting dalam pembangunan dan pengurusan keselamatan. Selain itu, penggunaan rangkaian selular untuk peranti sensor juga dapat menyebabkan risiko ketidakpercayaan terhadap amaran keselamatan dan hal ini juga menjadi cabaran untuk memastikan pengurusan keselamatan yang lebih baik dan lebih konsisten.

(f) Cabaran Persekitaran

Sistem sensor berpotensi meningkatkan kerosakan kepada persekitaran sekiranya berlaku kegagalan terhadap sistem sensor tersebut mengikut Holleman (2009). Walau bagaimanapun, melalui peningkatan dan kecekapan penjanaan dan penggunaan tenaga, cabaran persekitaran dapat disingkirkan dengan pengawalan yang berkualiti. Salah satu masalah yang boleh timbul melalui cabaran persekitaran adalah perubahan iklim secara tempatan mahupun global di mana impaknya sudah semestinya akan mengubah persekitaran secara fizikal.

(g) Cabaran Implikasi Etika

Masalah etika utama yang timbul dalam pelaksanaan sistem sensor adalah melalui kitaran privasi dan keselamatan. Kekurangan privasi dan keselamatan boleh membawa kepada tindakan penipuan menggunakan teknologi sensor menurut Tuck (2010). Hal ini boleh dilakukan melalui ketersediaan fungsi pada teknologi sensor yang mempunyai nilai teknologi tinggi seperti penipuan data yang boleh dilakukan oleh sesetengah pihak. Semua pihak berkepentingan, termasuk pemerintah dan penggubal dasar memainkan peranan yang sangat penting dalam menangani masalah etika ini.

2.4 Strategi Untuk Meningkatkan Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Di samping pelbagai cabaran yang dihadapi dalam melaksanakan penggunaan sistem sensor di dalam bangunan, terdapat juga pelbagai strategi yang boleh dilakukan dalam usaha untuk meningkatkan penggunaan teknologi itu di dalam bangunan-bangunan organisasi tempatan. Tambahan pula, penggunaan sistem sensor dilihat banyak memberi manfaat kepada organisasi yang menggunakan teknologi itu. Berikutan itu terdapat beberapa strategi yang boleh dilaksanakan untuk memacu peningkatan penggunaan sistem sensor seperti strategi penyelidikan asas dan gunaan, strategi pembangunan dan juga strategi mengkomersial.

(a) *Strategi Penyelidikan Asas dan Gunaan*

Strategi ini dijalankan untuk mewujudkan asas pengetahuan yang kemudian akan digunakan untuk perancangan dan reka bentuk inovasi. Asas penyelidikan boleh didefinisikan sebagai penyelidikan asal untuk kemajuan pengetahuan saintifik yang tidak mempunyai objektif khusus untuk menerapkan pengetahuan kepada masalah praktikal (Stephane, 2017). Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahawa proses penyelidikan dimulakan dengan penyelidikan asas, yang kemudiannya mengarah ke penyelidikan terapan, dan memuncak pada peringkat permulaan pembangunan teknologi.

(b) *Strategi Pembangunan*

Inovasi dan kreativiti adalah antara proses dalam strategi pembangunan di mana idea mula berkembang dan mewujudkan penyelesaian yang akan digunakan oleh pengguna yang berpotensi untuk menangani masalah dan keperluan yang telah diunjurkan untuk diselesaikan (Mark, 2006). Tahap pembangunan adalah secara menyeluruh seperti proses yang boleh mempunyai pelbagai fasa seperti percambahan fikiran, merancang, membuat prototaip dan menguji penggunaan sistem sensor untuk menjamin segala manfaatnya agar secara umumnya industri tempatan dapat mengenali dengan lebih lanjut dan lebih terbuka untuk menggunakan sistem sensor.

(c) *Strategi Mengkomersial*

Strategi pengkomersialan adalah tahap yang muncul setelah inovasi dikembangkan sepenuhnya dan siap digunakan oleh bakal pengguna dan memenuhi tujuannya. Tahap ini juga terdiri dari pelbagai peringkat seperti pengeluaran, pembuatan, pembungkusan, pemasaran, dan pengedaran produk yang mewujudkan cetusan kreativiti (Rogers, 2003, hlm. 143). Hal yang demikian membolehkan teknologi ini lebih komersial dengan luas dan dikenali seterusnya dapat menarik minat pengguna-pengguna baharu untuk melaksanakan penggunaan sistem sensor ini pada industri.

3. Metodologi Kajian

Bahagian ini menerangkan tentang pemilihan metodologi kajian yang digunakan untuk menghasilkan kajian ini. Pemilihan metodologi kajian dapat memberi kesan kepada kualiti penyelidikan (Creswell, 2009). Bagi mengesahkan hipotesis kajian, pendekatan secara kuantitatif telah digunakan dengan mengedarkan borang soal selidik yang telah dibangunkan kepada responden melalui borang google atau *google form* untuk tujuan pengumpulan data.

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kerlinger (2000) menjelaskan bahawa reka bentuk kajian berfungsi sebagai panduan untuk mencari jawapan yang jelas terhadap persoalan-persoalan kajian. Maka dengan itu, data-data yang diperoleh melalui instrument soal selidik serta maklumat yang diterima daripada data primer dan data sekunder telah ditafsirkan secara kuantitatif untuk mendapatkan hasil kajian yang bersifat deskriptif. Kajian ini turut menggunakan kaedah persampelan secara rawak dengan tujuan untuk mendapatkan maklumat atau data yang berkaitan dengan kajian yang dijalankan. Persampelan bertujuan untuk mendapatkan maklumat dan data kajian daripada satu populasi yang melibatkan suatu jalan penyelesaian masalah dan ianya perlu dikenal pasti dengan teliti dan tepat (Mohd. Masjid Konting, 2011).

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mendapatkan pengesahan daripada penyelia tentang tajuk kajian yang ingin dijalankan sebelum sebarang proses dalam penyelidikan dimulakan. Seterusnya, instrumen kajian dibentuk berpandukan kepada item-item yang dirujuk daripada pelbagai sumber yang sahih. Kesahan kajian pula dilakukan dengan cara merujuk kepada dan pakar-pakar dalam bidang kajian yang dijalankan untuk mendapatkan kebolehpercayaan terhadap data. Setelah itu, data primer kajian melalui instrumen borang soal selidik diedarkan untuk tujuan mendapatkan maklumat jenis penggunaan sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Selepas daripada perolehan maklumat tersebut, data dianalisis secara kuantitatif bagi mengkaji cabaran dalam penggunaan sistem sensor hijau di samping mengkaji strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau.

3.3 Instrumen Kajian

Data-data yang diperolehi berdasarkan kepada kaedah persampelan dianalisis dan diuraikan secara manual oleh pengkaji. Manakala, dapatan yang diperolehi melalui instrumen borang soal selidik dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package For Social Science* (SPSS) yang dapat memudahkan proses analisis data bagi kesemua data-data kajian yang telah diperolehi.

(a) Borang Soal Selidik

Borang soal selidik digunakan untuk mengetahui pandangan syarikat mengenai penggunaan sistem sensor. Soal selidik ini terbahagi kepada 4 bahagian, iaitu demografi responden, jenis penggunaan sensor, cabaran dalam menggunakan sistem sensor serta strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor pada bangunan pejabat komersial hijau. Borang soal selidik ini menggunakan skala pengukuran borang soal selidik seperti yang ditunjukkan pada Jadual 1.

Jadual 1: Skala Pengukuran Borang Soal Selidik

Aras	1	2	3	4	5
Skala Pengukuran	STS	TS	TP	S	SS
	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Tidak Pasti	Setuju	Sangat Setuju

3.4 Analisis Data

Data-data yang diperolehi berdasarkan kepada kaedah persampelan dianalisis dan diuraikan secara manual oleh pengkaji. Manakala, dapatan yang diperolehi melalui instrumen borang soal selidik dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package For Social Science* (SPSS) versi 17.0 di mana perisian tersebut telah memudahkan kerja-kerja analisis statistik bagi kesemua data yang berjaya

diperoleh. Seterusnya data-data yang diperolehi akan dibincangkan secara terperinci menerusi kaedah penjadualan dan pembangunan rajah dalam analisis data yang diperolehi. Akhirnya, data-data tersebut di dokumentasikan menggunakan perisian *Microsoft Office Word* iaitu perisian khusus bagi kebanyakan penyelidik dalam proses mengadaptasikan hasil kajian mereka ke dalam bentuk laporan atau dokumen.

4. Analisis Data dan Dapatan Kajian

Bahagian ini menerangkan tentang dapatan kajian yang telah diperolehi daripada borang soal selidik yang dijawab oleh responden. Borang soal selidik yang dibangunkan merangkumi empat bahagian iaitu Bahagian 1 berkenaan maklumat demografi, Bahagian 2 berkenaan jenis penggunaan sensor, Bahagian 3 berkenaan cabaran penggunaan sistem sensor dan Bahagian 4 berkenaan strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor. Analisis data bagi borang soal selidik ini diperlukan bagi menentukan sama ada objektif dan persoalan kajian yang dibangunkan terjawab ataupun sebaliknya. Setelah itu, kesemua data dan maklumat yang diperolehi kemudiannya dianalisis menggunakan perisian SPSS. Data-data dan maklumat yang telah dianalisis ini dipersembahkan dalam bentuk peratusan dan carta bagi mendapatkan kerangka atau gambaran mengenai semua pernyataan yang terkandung di dalam borang soal selidik. Melalui kaedah tersebut, hasil dapatan kajian akan dapat difahami dengan lebih mudah, jelas serta mudah untuk dirumuskan. Struktur kajian pula dilakukan dengan menggunakan skala pengukuran khas yang mempunyai corak dan susunan tertentu iaitu skala pengukuran jenis skala likert (Majid, 2010).

4.1 Dapatan Kajian

Dalam dapatan kajian, seksyen membincangkan analisis data dan seterusnya memaparkan hasil penemuan kajian yang telah dijalankan di dalam borang soal selidik yang mana borang soal selidik ini telah dijawab oleh responden yang disasarkan. Data-data yang telah diperolehi ini kemudiannya diproses untuk tujuan mendapatkan gambaran statistik seperti nilai kekerapan, nilai peratusan dan nilai min.

(a) Maklumat Demografi Responden

Jumlah saiz sampel dalam penyelidikan ini adalah sebanyak 100 responden, namun jumlah sampel yang diterima adalah sebanyak 50 responden iaitu bersamaan 50% daripada keseluruhan populasi. Ini menunjukkan bahawa 50 responden (50%) telah dianalisis dan memberikan kerjasama untuk menjawab persoalan kajian yang dibangunkan. Analisis data ini sangat penting dalam menentukan data-data bagi maklumat demografi responden yang merangkumi jawatan pekerja didalam syarikat, jenis syarikat yang diceburi serta pengalaman responden dalam industri pembinaan Malaysia. Bagi jawatan responden, jurutera menunjukkan nilai peratusan yang paling tinggi iaitu 28% bersamaan dengan 15 orang, manakala pengurus projek mencatatkan nilai peratusan yang paling rendah iaitu 2% bersamaan dengan 1 orang. Seterusnya, untuk jenis syarikat pula, nilai peratusan yang paling tinggi dicatatkan oleh syarikat agensi kerajaan iaitu 29% bersamaan 15 orang manakala nilai peratusan paling rendah dicatatkan oleh syarikat perundingan iaitu 8% bersamaan 4 orang. Akhir sekali, majoriti responden yang terlibat di dalam soal selidik ini memiliki pengalaman di dalam industri pembinaan Malaysia di antara 6-10 tahun dan menunjukkan nilai peratusan sebanyak 53% bersamaan 28 orang daripada jumlah responden. Jadual 2 di bawah menunjukkan ringkasan analisis data bagi maklumat demografi responden.

Jadual 2: Ringkasan Analisis Data Maklumat Demografi Responden

Perkara	N=50	Peratusan (%)
A) Jawatan Responden Dalam Organisasi		
I. Pengurus syarikat		
II. Pengurus projek	2	4

III.	Pengurus fasiliti	1	2
IV.	Jurutera	13	24
V.	Juruukur	15	28
VI.	Arkitek	8	18
VI.	Lain-lain	8	18
		3	6
	Jumlah	50	100
B) Jenis Organisasi Diceburi Oleh Responden			
I.	Pemaju	8	16
II.	Kontraktor	13	27
III.	Perundingan	4	8
IV.	Agensi kerajaan	15	29
V.	Agensi swasta	10	20
	Jumlah	50	100
C) Pengalaman Responden Dalam Industri Pembinaan Malaysia			
I.	1 - 5 tahun	15	29
II.	6 - 10 tahun	26	54
III.	11 - 15 tahun	5	10
IV.	Lebih dari 15 tahun	4	8
	Jumlah	50	100

4.2 Jenis Penggunaan Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Jadual 3 menunjukkan bahawa nilai min bagi ketiga-tiga jenis penggunaan sensor iaitu aktif, pasif serta analog dan digital di bangunan pejabat komersial hijau berada pada lingkungan purata indeks $3.50 < PI < 4.50$ di mana aras kekerapannya adalah setuju. Secara purata, taburan nilai min bagi ketiga-tiga jenis penggunaan sensor ini adalah 3.75. Hal ini bermakna responden bersetuju bahawa syarikat mereka menggunakan ketiga-tiga jenis penggunaan sensor ini.

Hasil daripada analisis data telah menunjukkan bahawa jenis penggunaan sensor analog dan digital mencatatkan nilai min yang paling tinggi iaitu sebanyak 3.90 dan berada pada aras skor min yang tinggi. Sistem sensor yang terdapat di dalam jenis penggunaan sensor analog dan digital adalah seperti sensor suhu untuk mengukur suhu persekitaran, sensor inframerah untuk mengukur radiasi cahaya ke dalam bangunan dan sensor kecepatan untuk mengukur kecepatan pada benda atau objek. Ini menunjukkan responden bersetuju syarikat mereka mementingkan penggunaan sensor suhu, sensor inframerah dan sensor kecepatan yang berkait rapat dalam pengurusan sesebuah bangunan serta menjamin keselesaan pengguna di dalam bangunan (David, 2003).

Selain itu, hasil daripada analisis data bagi jenis penggunaan sensor aktif pula menunjukkan nilai min sebanyak 3.67 iaitu pada aras tinggi bagi interpretasi skor min. Jenis penggunaan sensor aktif ini berada pada kedudukan kedua tertinggi daripada ketiga-tiga jenis penggunaan sensor. Sistem sensor yang terdapat di dalam jenis penggunaan sensor aktif adalah seperti sensor kimia untuk mengesan perubahan yang berlaku dalam udara, sensor kualiti air untuk menguruskan kualiti air yang disalurkan pada bangunan dan sensor sentuh untuk mengawal sentuhan sensitif. Hasil analisis juga menunjukkan responden bersetuju bahawa syarikat mereka menggunakan sensor kimia, sensor kualiti air, dan sensor sentuh kerana sistem sensor seperti ini adalah sistem yang dapat memudahkan aktiviti seharian mereka di dalam bangunan pejabat yang didiami mengikut Jain, (2007).

Akhir sekali, jenis penggunaan sensor pasif pula menunjukkan hasil analisis data yang mencatatkan nilai min sebanyak 3.66 iaitu berada pada kedudukan terendah dengan interpretasi skor

min yang sederhana. Antara sistem sensor yang terkandung di dalam jenis penggunaan sensor pasif ini adalah sensor cahaya untuk mengawal penggunaan cahaya dalam bangunan, sensor tekanan untuk mengelakkan daya tekanan tinggi ke atas bangunan, dan sensor kelajuan untuk mengesan kelajuan objek. Merujuk kepada analisis ini, responden bersetuju bahawa syarikat mereka menggunakan sensor cahaya, sensor tekanan dan sensor kelajuan pada bangunan pejabat mereka kerana ketiga-tiga sistem sensor ini sangat penting dalam mengawal sistem pengurusan bangunan merujuk Johari, (2009).

Jadual 3: Nilai interpretasi skor min untuk Jenis Penggunaan Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Bil	Penggunaan Jenis Sensor Di Dalam Bangunan Pejabat Komersial Hijau	Min	Kedudukan	Interpretasi Min
A	Jenis Penggunaan Sensor Aktif	3.67	2	Tinggi
1	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor kimia untuk mengesan perubahan yang berlaku dalam udara.	3.42	2	Sederhana
2	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor kualiti air untuk menguruskan kualiti air yang disalurkan pada bangunan.	4.46	1	Tinggi
3	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor sentuh untuk mengawal sentuhan sensitif.	3.14	3	Sederhana
B	Jenis Penggunaan Sensor Pasif			
4	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor cahaya untuk mengawal penggunaan cahaya dalam bangunan.	3.66	3	Sederhana
5	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor tekanan untuk mengesan dan mengelakkan daya tekanan tinggi.	4.30	1	Tinggi
6	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor kelajuan untuk mengesan kelajuan objek.	3.18	3	Sederhana
7	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor suhu untuk mengukur suhu persekitaran.	3.52	2	Sederhana
C	Jenis Penggunaan Sensor Analog dan Digital			
7	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor inframerah untuk mengukur radiasi cahaya ke dalam bangunan.	3.90	1	Tinggi
8	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor suhu untuk mengukur suhu persekitaran.	4.16	1	Tinggi
8	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor inframerah untuk mengukur radiasi cahaya ke dalam bangunan.	4.12	2	Tinggi
9	Jenis sensor yang digunakan oleh syarikat adalah sensor kecepatan untuk mengukur kecepatan pada benda yang ingin diuji.	3.44	3	Sederhana
	JUMLAH	3.75		SEDERHANA

4.3 Cabaran Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Hasil yang diperolehi melalui keputusan nilai min seperti Jadual 4 menunjukkan bahawa terdapat enam cabaran penggunaan sistem sensor menunjukkan nilai min yang berada dalam lingkungan purata indeks $3.50 < PI < 4.50$ iaitu nilai min berjumlah 3.94 dan dua cabaran yang berada dalam lingkungan $2.50 < PI < 3.50$ iaitu nilai min yang berjumlah 3.37. Perkara yang tersebut membawa maksud, majoriti responden bersetuju bahawa keenam-enam cabaran yang terlibat adalah antara

cabaran yang dihadapi dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau manakala sebilangan responden pula tidak pasti akan dua cabaran lainnya merupakan cabaran yang dihadapi dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau.

Nilai min tertinggi yang diperolehi ialah 4.29 iaitu bagi cabaran pengurusan keselamatan. Cabaran pengurusan keselamatan ini berada pada aras interpretasi skor min yang tinggi. Hal ini bermakna, majoriti responden bersetuju cabaran dalam pengurusan keselamatan merupakan cabaran paling kritikal yang dihadapi dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Antara cabaran di dalam pengurusan keselamatan adalah seperti privasi dan data yang dihantar dalam rangkaian sistem sensor perlu sentiasa diawasi, maklumat dan data daripada sistem sensor perlu dikawal selia, serta data-data pada sistem sensor tidak boleh dikongsi pada pihak sembarangan untuk tujuan mengekalkan keselamatan sistem. Berdasarkan kajian Komarudin (2018), hal ini menjadi cabaran yang kritikal kerana ketidakupayaan pihak yang berkenaan untuk melibatkan diri secara langsung dengan sistem sensor tersebut secara sepenuh masa.

Selain itu, cabaran peningkatan kos adalah cabaran kedua tertinggi di dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau di mana mencatatkan nilai min sebanyak 4.22 dan berada pada aras interpretasi skor min yang tinggi. Antara cabaran yang terkandung di dalam cabaran pengurusan keselamatan ialah seperti keperluan perkakasan tambahan menyebabkan pelaburan tambahan kepada penyedia perkhidmatan, kos yang tinggi untuk mengimport perkakasan sistem sensor dan syarikat juga perlu melaburkan kos untuk menyediakan latihan bagi melatih pekerja menjadi mahir untuk mengendalikan sistem sensor. Hasil analisis menunjukkan responden bersetuju cabaran peningkatan kos adalah sebagai cabaran yang besar kerana melibatkan aspek kewangan.

Seterusnya, cabaran sistem sensor yang menduduki carta ketiga tertinggi adalah cabaran persekitaran yang mencatatkan nilai min sebanyak 3.99 iaitu aras skor min yang tinggi. Bagi cabaran persekitaran ini, responden bersetuju bahawa terdapat beberapa masalah yang terkandung di bawah cabaran persekitaran, di mana antaranya adalah seperti sistemnya yang berpotensi meningkatkan kerosakan kepada persekitaran, sistemnya boleh mengundang kepada masalah kegagalan sistem dan dasar kerajaan yang kurang jelas mengenai pembangunan industri sensor pada bangunan tempatan yang akhirnya akan menyebabkan cabaran yang besar bagi syarikat yang ingin mengadaptasi penggunaan sistem sensor ini berikutan ketidaktentuan dari aspek persekitaran (Edison, 2006).

Selanjutnya, bagi keempat tertinggi pula, kedudukan tersebut diwakili oleh cabaran umum yang mempunyai nilai min berjumlah 3.88 iaitu pada aras skor min yang tinggi, di mana responden bersetuju terdapat masalah yang terletak di bawah cabaran umum. Antara cabaran yang terletak di bawah cabaran umum dalam penggunaan sistem sensor adalah seperti sistemnya mengandungi jumlah rangkaian yang sangat luas, teknologi yang agak rumit dari aspek fizikal untuk dikendalikan serta masalah keadaan persekitaran yang mempunyai kesan pemendekan pada purata jangka hayat sistem sensor. (Chen et. al., 2012) menjelaskan syarikat merasa ragu-ragu untuk terus menggunakan sistem sensor bagi menguruskan bangunan pejabat mereka berikutan masalah tersebut.

Berikutnya, bagi cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau kelima tertinggi ialah cabaran implikasi etika yang berada pada aras skor min yang sederhana. Cabaran kelima tertinggi ini mencatatkan nilai min berjumlah 3.66. Hasil daripada analisis data, responden bersetuju bahawa terdapat permasalahan di dalam cabaran implikasi etika yang mana sistemnya boleh membawa kepada masalah kekurangan keselamatan, dan tindakan penipuan dengan menggunakan teknologi sensor. Ini menunjukkan sistem sensor tidak hanya mempengaruhi aspek fizikal tetapi juga aspek etika.

Sehubungan itu, cabaran seterusnya yang menjadi cabaran di dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau adalah cabaran keselamatan. Cabaran keselamatan ini mencatatkan nilai min berjumlah 3.60 iaitu pada aras skor min yang sederhana dan cabaran ini menduduki carta

keenam tertinggi daripada keseluruhan cabaran yang disenaraikan. Merujuk kepada Nurosyid (2008) di dalam cabaran keselamatan, kebiasaannya akan berlaku permasalahan seperti sistemnya berisiko untuk mematikan grid kuasa dan juga sistemnya turut dapat menyebabkan pemadaman elektrik ke kawasan geografi yang besar di mana hal ini dipersetujui oleh responden yang terlibat. Hal ini juga menyebabkan gangguan kepada aktiviti seharian sekumpulan individu yang terdapat di dalam bangunan.

Antara lain, cabaran privasi adalah cabaran selanjutnya yang dihadapi dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Cabaran privasi ini berada pada aras skor min yang sederhana dan mencatatkan nilai min berjumlah 3.43. Di antara permasalahan yang dihadapi dalam cabaran privasi adalah seperti menyebabkan maklumat peribadi pengguna boleh dikesan dan juga memungkinkan adanya akses dan penggodaman tanpa izin kepada syarikat yang menggunakan sistem sensor ini. Hal ini dipersetujui oleh majoriti responden yang menjawab borang soal selidik dan menyebabkan berlakunya kegusaran terhadap privasi individu yang akan menjadi semakin rendah.

Akhir sekali, cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau yang paling rendah adalah cabaran kesambungan di mana cabaran kesambungan ini mencatatkan nilai min sebanyak 3.30 pada aras skor min yang sederhana. Antara permasalahan yang dihadapi oleh responden berdasarkan (Boyjoo *et al.*, 2013) dalam cabaran kesambungan dalam penggunaan sistem sensor adalah sistemnya memerlukan pelaksanaan pelbagai platform teknologi yang sangat rumit, sistemnya menyebabkan maklumat harus dikongsi antara peranti serta memerlukan capaian kuasa yang tinggi untuk membolehkannya beroperasi pada bangunan pejabat. Hasil analisis data menunjukkan responden bersetuju cabaran kesambungan dihadapi oleh syarikat dan hal tersebut jika tidak ditangani akan membawa kepada masalah kesalahfahaman maklumat yang akhirnya menggugat kerja individu.

Jadual 4: Nilai interpretasi skor min berkaitan cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau

Bil	Cabaran Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau	Min	Kedudukan	Interpretasi Min
A	Cabaran Umum	3.88	4	Tinggi
1	Sistem sensor secara umumnya adalah sistem yang mengandungi jumlah rangkaian yang sangat luas.	3.63	3	Sederhana
2	Sistem sensor umumnya merupakan teknologi yang agak rumit dari aspek fizikal dan aplikasinya untuk dikendalikan.	3.84	2	Tinggi
3	Debu, bahan cemar, getaran, kejutan dan pendedahan kepada suhu tinggi atau lebih mudah disebut keadaan persekitaran mempunyai kesan pemendekan pada purata jangka hayat sistem sensor.	4.16	1	Tinggi
B	Cabaran Keselamatan			
4	Sistem sensor berisiko untuk mematikan grid kuasa.	3.60	6	Sederhana
5	Sistem sensor menyebabkan pemadaman elektrik ke kawasan geografi yang besar.	3.67	1	Tinggi
		3.51	2	Sederhana
C	Cabaran Privasi			
6	Sistem sensor menyebabkan maklumat peribadi pengguna boleh dikesan.	3.43	7	Sederhana
7	Sistem sensor memungkinkan adanya akses dan	3.37	2	Sederhana

	penggodaman tanpa izin.	3.49	1	Sederhana
D	Cabaran Kesambungan			
8	Sistem sensor memerlukan pelaksanaan pelbagai platform teknologi yang sangat rumit.	3.30	8	Sederhana
9	Sistem sensor menyebabkan maklumat harus dikongsi antara peranti dan aplikasi.	3.53	1	Sederhana
10	Sistem sensor memerlukan capaian kuasa yang tinggi untuk membolehkannya beroperasi	3.14	3	Sederhana
		3.24	2	Sederhana
E	Cabaran Peningkatan Kos			
11	Sebarang keperluan perkakasan tambahan untuk keserasian akan menyebabkan pelaburan tambahan kepada penyedia perkhidmatan sistem sensor.	4.22	2	
12	Syarikat perlu menanggung kos yang tinggi untuk mengimport perkakasan sistem sensor memandangkan kurangnya teknologi sensor dalam pasaran tempatan.	4.06	3	Tinggi
13	Syarikat perlu melabur kos untuk menyediakan latihan bagi melatih pekerja menjadi mahir dalam mengendalikan sistem sensor.	4.37	1	Tinggi
		4.24	2	Tinggi
F	Cabaran Pengurusan Keselamatan			
14	Privasi dan data yang dihantar dalam rangkaian sistem sensor perlu sentiasa diawasi.	4.29	1	Tinggi
15	Maklumat dan data daripada sistem sensor perlu dikawal selia untuk pembangunan keselamatan.	4.12	4	Tinggi
16	Data-data pada sistem sensor tidak boleh dikongsi pada pihak sembarangan untuk tujuan mengekalkan keselamatan sistem.	4.29	2	Tinggi
		4.45	1	Tinggi
G	Cabaran Persekitaran			
17	Sistem sensor berpotensi meningkatkan kerosakan kepada persekitaran.	3.99	3	Tinggi
18	Sistem sensor boleh mengundang kepada masalah kegagalan sistem di dalam bangunan.	3.90	2	Tinggi
19	Dasar kerajaan yang kurang jelas mengenai pembangunan industri sensor pada bangunan tempatan.	4.24	1	Tinggi
		3.82	3	Tinggi
H	Cabaran Implikasi Etika			
20	Sistem sensor boleh membawa kepada masalah kekurangan keselamatan.	3.66	5	Sederhana
21	Tindakan penipuan dengan menggunakan teknologi sensor dan sistem sensor boleh terjadi.	3.61	2	Sederhana
		3.70	1	Tinggi
	JUMLAH	3.83		SEDERHANA

4.4 Strategi Untuk Meningkatkan Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Hasil yang diperolehi melalui Jadual 5 menunjukkan bahawa terdapat empat strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau iaitu strategi umum, strategi penyelidikan asas dan gunaan, strategi pembangunan dan strategi pengkomersialan. Keempat-

empat strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor ini menunjukkan nilai min dalam lingkungan purata indeks $3.50 < PI < 4.50$. Secara purata, nilai min untuk keempat-empat strategi tersebut menunjukkan nilai min sebanyak 4.18 iaitu pada aras tinggi bagi skor min. Hal ini menunjukkan bahawa majoriti responden bersetuju keempat-empat strategi tersebut dapat meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau di Malaysia.

Nilai min tertinggi yang diperolehi ialah 4.37 iaitu strategi meningkatkan sistem sensor secara umum. Hal ini bermaksud, majoriti responden bersetuju bahawa kerajaan perlu memberikan imbuhan dan insentif cukai kepada organisasi yang ingin melaksana dan menggunakan sistem sensor pada syarikat mereka. Selain itu, pihak tertinggi industri pembinaan seperti pihak CIDB dan PAM perlu memperkenalkan standard dan garis panduan pemasangan sistem sensor bagi memudahkan kerja menggunakan sistem sensor pada bangunan pejabat dan tidak kurang penting adalah untuk membangkitkan kesedaran awam melalui iklan, seminar, dan persidangan mengenai penggunaan sistem sensor perlu diadakan dari semasa ke semasa. Hal yang tersebut dapat menggalakkan lebih ramai pengguna baharu untuk menggunakan sistem sensor di bangunan pejabat mereka (Alaraifi, 2012).

Seterusnya, nilai min kedua tertinggi yang diperolehi adalah 4.18 atau pada aras interpretasi skor min yang tinggi iaitu bagi strategi pembangunan. Responden berpendapat bahawa syarikat yang menggunakan sistem sensor di bangunan pejabat mereka perlulah menjalankan usaha-usaha untuk mewujudkan penyelesaian yang boleh digunakan oleh pengguna berpotensi terhadap masalah sistem sensor. Seterusnya, merancang, membuat prototaip dan menguji penggunaan sistem sensor agar industri lebih terbuka menggunakan sistem sensor. Selain itu, program penggunaan sistem sensor juga perlu dilaksanakan. Antara lain, pihak kerajaan dan organisasi harus meningkatkan pelaburan dalam perkembangan teknologi sensor dan akhir sekali penyelidik dalam industri pembinaan harus memperkukuh dan menambah penyelidikan sistem sensor yang dapat mendorong kepada peningkatan dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau (Francisco, 2019).

Berikutnya, strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau ketiga tertinggi ialah strategi pengkomersialan. Strategi pengkomersialan ini mencatatkan nilai min berjumlah 4.15 dan berada pada interpretasi skor min yang tinggi. Hasil daripada analisis data menunjukkan bahawa responden bersetuju industri tempatan perlu menjalankan pengeluaran, pembuatan dan pemasaran produk sensor dengan meluas. Selain itu, media pula harus meningkatkan penyiaran terhadap manfaat penggunaan sistem sensor melalui saluran seperti sosial media. Seterusnya, industri tempatan harus mewujudkan inovasi bagi membolehkan teknologi ini lebih komersial supaya dapat menarik minat pengguna baharu. Akhir sekali, usaha yang kurang pentingnya adalah pakar teknologi sensor perlu menawarkan program pendidikan berkaitan dengan penggunaan sistem sensor supaya lebih banyak organisasi yang mengetahui ilmu-ilmu berkaitan sistem sensor (Jaime, 2019).

Strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau yang menduduki carta terakhir ialah strategi penyelidikan asas dan gunaan. Strategi penyelidikan asas dan gunaan ini memperoleh nilai min berjumlah 4.11 iaitu yang terendah namun interpretasi skor min yang diperolehi berada pada aras tinggi. Hal ini menggambarkan responden bersetuju bahawa strategi penyelidikan asas dan gunaan ini tidak kurang pentingnya dalam usaha meningkatkan penggunaan sistem sensor. Hasil analisis data turut menggambarkan responden bersetuju bahawa syarikat yang menggunakan sistem sensor harus mewujudkan asas pengetahuan yang akan digunakan untuk reka bentuk inovasi dalam sistem sensor. Seterusnya, syarikat juga harus menjalankan penyelidikan untuk kemajuan saintifik sistem sensor yang bermanfaat untuk industri. Selanjutnya, syarikat perlu menerapkan pengetahuan kepada masalah praktikal berkaitan sistem sensor bagi menghalangnya daripada berlaku. Berikutnya, industri tempatan perlu menjalankan proses pembangunan sistem sensor secara konsisten. Akhir sekali, para penyelidik dari industri pembinaan perlu membangunkan

banyak penyelidikan sistem sensor sebagai panduan tetap dalam penggunaan dan pembangunan sistem sensor.

Jadual 5: Nilai interpretasi skor min berkaitan Strategi Untuk Meningkatkan Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau

Bil	Strategi Meningkatkan Penggunaan Sistem Sensor Di Bangunan Pejabat Komersial Hijau	Min	Kedudukan	Interpretasi Min
A	Strategi Meningkatkan Penggunaan Sistem Sensor Secara Umum	4.37	1	Tinggi
1	Kerajaan perlu memberikan imbuhan dan insentif cukai kepada organisasi yang ingin melaksana dan menggunakan sistem sensor pada syarikat mereka.	4.29	3	Tinggi
2	Pihak tertinggi industri pembinaan seperti pihak CIDB dan PAM perlu memperkenalkan standard dan garis panduan pemasangan sistem sensor bagi memudahkan kerja menggunakan sistem sensor pada bangunan.	4.51	1	Tinggi
3	Kesedaran awam melalui iklan, seminar, dan persidangan mengenai penggunaan sistem sensor perlu diadakan dari semasa ke semasa.	4.31	2	Tinggi
	Strategi Penyelidikan Asas dan Gunaan	4.11	4	Tinggi
B	Mewujudkan asas pengetahuan yang kemudian akan digunakan untuk perancangan dan reka bentuk inovasi dalam sistem sensor.	3.92	4	Tinggi
4				
5	Menjalankan penyelidikan untuk kemajuan pengetahuan saintifik mengenai sistem sensor yang bermanfaat untuk industri.	3.86	5	Tinggi
6	Menerapkan pengetahuan kepada masalah praktikal berkaitan sistem sensor bagi menghalang masalah yang boleh berlaku.	4.31	2	Tinggi
			1	Tinggi
7	Menjalankan proses pembangunan sistem sensor secara praktikal dan konsisten.	4.36	3	Tinggi
8	Membangunkan banyak penyelidikan dalam penggunaan sistem sensor.	4.12		
	Strategi Pembangunan			Tinggi
C	Mewujudkan penyelesaian yang boleh digunakan oleh pengguna berpotensi yang kluatir akan masalah berkaitan dengan penggunaan sistem sensor bagi meningkatkan pandangan positif pengguna terhadap sistem ini.	4.18	2	Tinggi
9		4.10	4	
10	Merancang, membuat prototaip dan menguji penggunaan sistem sensor untuk menjamin segala manfaatnya agar industri tempatan lebih terbuka untuk menggunakan sistem sensor.	4.39	2	Tinggi
11	Program pendidikan untuk pemaju, kontraktor, organisasi dan pembuat dasar yang berkaitan dengan penggunaan sistem sensor.	4.29	3	Tinggi
12	Meningkatkan pelaburan dalam perkembangan industri teknologi sensor.	4.49	1	Tinggi
13	Penyelidik dalam industri pembinaan mahupun teknologi harus memperkukuh dan menambah penyelidikan	3.63	5	Sederhana

mengenai sistem sensor.				
	Strategi Pengkomersialan	4.15	3	Tinggi
D	Industri tempatan menjalankan pengeluaran, pembuatan dan pemasaran produk sensor secara lebih kreatif dan meluas.	4.10	3	Tinggi
14	Meningkatkan penyiaran terhadap manfaat penggunaan sistem sensor melalui saluran seperti media massa dan berita.	3.86	4	Tinggi
15	Mewujudkan inovasi bagi membolehkan teknologi ini lebih komersial dalam pasaran tempatan yang seterusnya dapat menarik minat pengguna baharu.	4.31	2	Tinggi
16	Pakar teknologi sensor perlu menawarkan program pendidikan untuk pemaju, kontraktor, dan pembuat dasar yang berkaitan dengan sistem sensor.	4.33	1	Tinggi
17				
	JUMLAH	4.19		TINGGI

5. Kesimpulan

Secara tuntas, kajian ini mencapai ketiga-tiga objektif yang telah ditetapkan di peringkat awal kajian. Setiap objektif dicapai melalui kaedah pengedaran borang soal selidik kepada responden yang berjumlah 50% bersamaan dengan 50 orang daripada saiz sampel. Objektif pertama kajian adalah mengenalpasti jenis sensor yang digunapakai di bangunan pejabat komersial hijau. Hasil analisis data menunjukkan majoriti responden bersetuju jenis penggunaan sensor aktif, pasif serta analog dan digital digunakan oleh syarikat mereka. Objektif kedua pula adalah mengkaji cabaran penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Hasil analisis data menunjukkan majoriti responden bersetuju cabaran pengurusan keselamatan adalah cabaran paling kritikal dalam penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Objektif ketiga kajian adalah mengkaji strategi untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau. Hasil analisis data menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa strategi terbaik yang boleh digunakan untuk meningkatkan penggunaan sistem sensor di bangunan pejabat komersial hijau adalah strategi umum yang meliputi usaha-usaha seperti kerajaan memberikan imbuhan dan insentif cukai kepada organisasi yang ingin menggunapakai sistem sensor, serta pihak CIDB dan PAM perlu memperkenalkan standard dan garis panduan pemasangan sistem sensor bagi memudahkan kerja menggunapakai sistem sensor.

Sepanjang menjalankan kajian ini, penyelidik menghadapi limitasi kajian seperti skop kajian yang hanya tertumpu pada satu negeri sahaja iaitu di negeri Johor dan penggunaan satu jenis instrumen kajian sahaja iaitu instrumen soal selidik. Penyelidik mencadangkan penyelidik baru dan kajian lanjutan boleh menjalankan kajian dalam dua lokasi kajian yang berbeza bagi membuat perbandingan terhadap cabaran penggunaan sistem sensor di antara kedua-dua lokasi kajian yang terlibat, serta kajian boleh dilakukan dengan menggunakan kaedah campuran antara kualitatif dan kuantitatif yang menggabungkan instrumen soal selidik dan temu bual di dalam kajian bagi mendapatkan hasil analisis data yang terbaik. Akhir sekali, penyelidik percaya kajian ini dapat memberikan sumbangan kepada bidang akademik seperti mewujudkan budaya kelestarian alam sekitar dengan menggalakkan pelajar memilih sistem pengurusan yang berkonsepkan penggunaan tenaga yang cekap. Di samping itu, kajian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan dan juga membantu mewujudkan pengetahuan baharu yang berkaitan dengan bidang kajian sistem sensor khususnya kepada penyelidik baru dalam menjalankan kajian pada masa akan datang.

Penghargaan

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

Rujukan

- Abdullah, M. K. (1989). *Modeling of Swirling Fluidized Bed Hydrodynamic Characteristics*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Ph.D. Thesis (Example for a thesis).
- Adam, R. and W. Wintersteller (2008), *From Distribution to Contribution. Commercialising the Smart Grid*, Booz & Company, Munich.
- Alberta Transportation (2009), "Intelligent Transportation Systems", www.transportation.alberta.ca/606.htm.
- Amal E., Adel E., & Malek, M. (2012). Construction Safety and Occupational Health Education in Egypt, the EU, and US Firms. *Open Journal of Civil Engineering*, 2012, 2, 174 – 182.
- Amirudin, R. (2005). *Sistem Pengurusan Keselamatan Pembinaan Bersepadu: Pendekatan Sistem Berasaskan Pengetahuan*. Tesis Sarjana Muda. Universiti Teknologi Malaysia.
- Ashari, H. & Nor, R. M. (2007). *Strategi Perundangan Untuk Mengurus Keselamatan dan Kesihatan di Tempat Kerja*. Universiti Teknologi Malaysia. Ijazah Sarjana Muda.
- Atkinson, R. and D. Castro (2008), *Digital Quality of Life – Understanding the Personal & Social Benefits of the Information Technology Revolution*, October, The Information Technology and Innovation Foundation, Washington DC.
- British Standards Institution (1987). *Tongued and Grooved Software Flooring*. London: BS 1297 (Example for a standard).
- Baggio, L. (2005), "Wireless sensor networks in precision agriculture", REALWSN 2005 proceedings, www.sics.se/realwsn05/papers/baggio05wireless.pdf.
- Charmaz, K. C. (2006). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. First edition. Sage Publications (CA).
- Choudhry, R., Fang, D., & Ahmed, S. (2008). Safety Management in Construction: Best Practices in Hong Kong." *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.*, 134(1), 20– 32.
- Climate Group, The and GeSI (2008), *SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age*, www.theclimategroup.org/assets/resources/publications/Smart2020Report.pdf.
- Culler, D., D. Estrin and M. Srivastava (2004), "Overview of Sensor Networks", *Computer*, August 2004, IEEE Computer Society, Washington, DC, 40-49.
- Creswell, J. W. (2002). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Second edition. Sage Publications (CA).
- Damas, M., A. M. Prados, F. Gómez and G. Olivares (2001), "HidroBus® system: Fieldbus for Integrated Management of Extensive Areas of Irrigated Land", *Microprocessors and Microsystems*, 25, 177-184
- Davis, J. H. & Cogdell, J. R. (1987). *Calibration program for the 16-foot antenna*. Elect. Eng. Res. Lab., Univ. Texas, Austin, Tech. Memo. NGL-006-69-3, Nov. 15, 1987 (Example for technical report).
- Doke, L. (2003). *Training and Precision are Brewing a Powerful Safety Culture*. *Journal of Safety Management Veiligheidsbestuur*. May 2003, pp. 10-13.
- Elliott, J. (2005). *Using Narrative in Social Research: Qualitative and Quantitative Approaches*. First edition. Sage Publications (CA).
- Gillen, M., Kools, S., McCall, C., Sum, J., & Moulden, K. (2004). *Construction manager's perceptions of construction safety practices in small and large firms: A qualitative investigation*. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*. IOS Press. Page 233-234.
- Hartley, R. & Cheyne, A. (2009). *Safety Culture in the Construction Industry*. In. Dainty, A. (Ed) *Procs 25th Annual ARCOM Conference*, Nottingham, UK, 1243 – 1252.
- Haslam, R. (2005). *Contributing factors in construction accidents*. *Applied Ergonomics*, 36 (4), pp. 401-415.
- Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). *Determining Size Sample for Research Activities*. *Educational and Psychological Measurement*. 30. Pg. 607 – 610.
- Laney, J.C (2002). *Site Practices Series-Site Safety*, United Kingdom: Construction Press.
- Malaysia Occupational Safety and Health Act 1994 (Act 514) Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) = Occupational Safety and Health Act 1994 / Malaysia. Kuala Lumpur: Percetakan Nasional Berhad, 1994.

- Liu, L. & Miao, H. (2004). A specification-based approach to testing polymorphic attributes in Formal Methods and Software Engineering. *Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM 2004)*. Seattle, WA. USA. November 8-12, 2004. pp. 306-19 (Example for a conference paper).
- Saurin, T. A., Formoso, C. T., & Cambraia, F. B. (2008). An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective. *Safety Science*. Vol. 4 pages 1169-1183.
- Przydatek, Bartosz; Dawn Song; Adrian Perrig (2003). SIA: secure information aggregation in sensor networks. *SenSys*. pp. 255–265. doi:10.1145/958491.958521. ISBN 978-1581137071.
- Qutaiba, (2010). Self-control and a sense of social belonging as moderators of the link between poor subjective wellbeing and aggression. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 5 (2010) 1234–1245.
- Sohraby, K., Minoli, D., Znati, T. (2007). *Wireless sensor networks: technology, protocols, and applications*. John Wiley and Sons. pp. 203–209. ISBN 978-0-471-74300-2.
- S Korgaokar, M Moradiya, O Prajapati, P Thakkar, J Pala, C Savaliya, (2018). Highly sensitive nanostructure SnO₂ based gas sensor for environmental pollutants. *AIP Conference Proceedings* 1837 (1), 040050.
- Spie (2013). "Vassili Karanassios: Energy scavenging to power remote sensors". *SPIE Newsroom*. doi:10.1117/2.3201305.05.
- Sun, Jianhai; Geng, Zhaoxin; Xue, Ning; Liu, Chunxiu; Ma, Tianjun (2018). "A Mini-System Integrated with Metal-Oxide-Semiconductor Sensor and Micro-Packed Gas Chromatographic Column". *Micromachines*. 9 (8): 408. doi:10.3390/mi9080408. ISSN 2072-666X. PMC 6187308. PMID 30424341.
- Taylor, J. and B. Whelan (2005), *A General Introduction to Precision Agriculture*, www.usyd.edu.au/agric/acpa/pag.htm.
- Tuck, (2010). *Embedded Orientation Detection Using the MMA8451, 2, 3Q*. Phoenix : Freescale.
- United States Department of Agriculture (USDA, 2007), "Precision Agriculture: NRCS Support for Emerging Technologies", *Agronomy Technical Note No. 1*, Greensboro/North Carolina.
- Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (2012). *Panduan Penulisan Tesis*. Pusat Pengajian Siswazah. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Veloso, M., C. Bentos and F. Câmara Pereira (2009), "Multi-Sensor Data Fusion on Intelligent Transport Systems", *MIT Portugal Transportation Systems Working Paper Series, ITS-CM-09-02*, March.
- Verdone, R., D. Dardari, G. Mazzini and A. Conti (2008), *Wireless Sensor and Actuator Networks*, Academic Press/Elsevier, London.
- Viegas, J. and B. Lu (2001), "Widening the Scope for Bus Priority with Intermittent Bus Lanes", *Transportation Planning and Technology*, 24, 87-110.
- Wang, N., N. Zhang and M. Wang (2006), "Wireless Sensors in Agriculture and Food Industry – Recent Development and Future Perspective", *Computers and Electronics in Agriculture*, 50, 1-14.
- Wark, T., P. Corke, P. Sikka, L. Klingbeil, Y. Guo, Ch. Crossman, Ph. Valencia, D. Swain and G. BishopHurley (2007), "Transforming Agriculture through Pervasive Wireless Networks", *Pervasive Computing*, April-June, 50-57.
- Williams, J. B. (2017). *The Electronics Revolution: Inventing the Future*. Springer. pp. 245 & 249. ISBN 9783319490885.