

Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik: Kajian Kes di Menara JLAND, Johor Bahru

Motion Sensor System Operation Against Electricity Saving: Case Study at Menara JLAND, Johor Bahru

Mohamad Zulraihan Abdullah¹, Roshartini Omar^{1,2*}

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

² Center 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: shartini@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.106>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024
Diterima: 30 April 2024
Diterbitkan: 30 Jun 2024

Kata Kunci

Pengoperasian, Sensor gerakan,
Penjimatan, Bangunan hijau

Abstrak

Sistem sensor gerakan merupakan teknologi terkini yang digunakan untuk mengawal penggunaan tenaga khususnya di dalam bangunan hijau. Namun begitu, pengoperasian sistem sensor gerakan ini boleh melibatkan pelbagai kebarangkalian negatif seperti kekurangan pengetahuan teknikal, keengganan disebabkan kos pengoperasian yang tinggi, dan data yang kurang tepat. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mencapai objektif seperti mengenalpasti faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan, mengkaji keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan dan mengkaji strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND. Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif iaitu menggunakan instrumen borang temu bual bagi mencapai ketiga-tiga objektif kajian. Responden yang dipilih untuk ditemu bual adalah daripada pihak pengurusan fasiliti yang terlibat dalam pengoperasian sistem sensor gerakan di Menara JLAND. Hasil kajian mendapati corak penggunaan ruang dan aktiviti-aktiviti penghuni merupakan salah satu faktor utama dalam pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik. Manakala, keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik yang dikaji adalah berdasarkan penganalisan data penggunaan tenaga sebelum dan setelah pemasangan sistem sensor gerakan. Seterusnya, strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik antaranya adalah melalui penggunaan platform analitik canggih yang terbukti keberkesannya. Oleh itu, kajian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan dan sumber informasi kepada pihak-pihak yang tertentu seperti JKKP, CIDB, kontraktor, ahli akademi dan pelajar.

Keywords

Abstract

Operation, Motion sensor, Savings, Green building

The motion sensor system is the latest technology used to control energy usage, especially in green buildings. However, the operation of this motion sensor system can involve various potential negatives such as lack of technical knowledge, reluctance due to high operating costs, and inaccurate data. Therefore, this study was conducted to achieve objectives such as identifying factors influencing the use of motion sensor systems, examining the effectiveness of operating motion sensor systems, and studying strategies to improve the effectiveness of operating motion sensor systems for electricity savings in Menara JLAND. This study uses a qualitative method, using a questionnaire for interviews to achieve all three research objectives. Respondents selected for interviews are from the facility management involved in operating motion sensor systems at Menara JLAND. The study found that the usage patterns of spaces and occupants' activities are key factors in the operation of motion sensor systems for electricity savings. Meanwhile, the effectiveness of operating motion sensor systems for electricity savings studied is based on the analysis of energy usage data before and after the installation of motion sensor systems. Furthermore, strategies to improve the effectiveness of operating motion sensor systems for electricity savings include using advanced analytical platforms that have proven effectiveness. Therefore, this study is also expected to serve as a reference and source of information for specific parties such as DOSH, CIDB, contractors, academics, and students.

1. Pengenalan

Menurut Boothman (2022), sistem sensor gerakan adalah satu teknologi yang digunakan dalam bangunan khususnya bangunan hijau untuk mengawal penggunaan tenaga dan meningkatkan efisiensi tenaga.

1.1 Latar Belakang Kajian

Kajian ini dijalankan bagi mendalami keberkesanan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penggunaan elektrik di Menara JLAND, Johor Bahru, Johor. Menurut Noor & Rahman (2019), sensor gerakan banyak digunakan untuk aplikasi kawalan suis elektrik di rumah mahupun bangunan. Sistem mikro pengawal boleh diprogramkan untuk menghidupkan sistem lain seperti lampu dan alat penyaman udara apabila sensor mengesan kehadiran individu di dalam sesebuah ruang atau bilik. Apabila ruang tersebut telah dikosongkan atau tiada berlaku pergerakan dalam suatu tempoh tertentu, secara automatik lampu dan kipas akan terpadam.

1.2 Penyataan Masalah

Berdasarkan kajian Maryam & Kaveh (2019) berkenaan kelemahan dalam pengesanan gerakan di dalam bangunan, sistem sensor gerakan yang tidak sensitif atau tidak tepat dapat mengakibatkan pengoperasian yang tidak efektif. Contohnya, jika sensor gerakan tidak dapat mengesan gerakan dengan tepat, lampu atau peralatan elektrik mungkin tetap terpasang walaupun tidak ada aktiviti manusia di dalam ruangan. Ini akan menyebabkan pembaziran tenaga elektrik yang tidak perlu.

Menurut Sabri (2017) keserasian sistem sensor dengan persekitaran, beberapa sistem sensor gerakan di dalam sesebuah bangunan mungkin tidak berfungsi dengan baik dalam persekitaran tertentu. Contohnya, sensor gerakan yang menggunakan inframerah mungkin terganggu oleh suhu atau cahaya sekitar yang tinggi. Oleh itu, penyesuaian dan pemilihan sensor yang sesuai untuk setiap persekitaran bangunan adalah penting bagi memastikan pengoperasian sistem yang berkesan (Futugami, 2020).

Menurut Lemhishi (2023) berkenaan kehilangan data, pengumpulan data mengenai penggunaan tenaga elektrik dan pola gerakan manusia adalah penting untuk mengoptimalkan pengoperasian sistem sensor gerakan. Namun, terdapat risiko kehilangan data akibat gangguan teknikal atau kegagalan sistem sensor ini. Hal ini boleh menyebabkan ketidakmampuan untuk menganalisis penggunaan tenaga elektrik dengan tepat dan membuat penyesuaian yang diperlukan (Javaid *et al.*, 2021).

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan permasalahan kajian yang telah dibincangkan, terdapat beberapa persoalan kajian yang telah dibentuk iaitu:

- i. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di Menara JLAND?
- ii. Sejauh manakah keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND?
- iii. Apakah strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND?

1.4 Objektif Kajian

Bagi memenuhi setiap keperluan kajian ini, objektif kajian yang telah ditentukan untuk dicapai melalui kajian ini digariskan seperti di bawah:

- i. Mengenalpasti faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di Menara JLAND.
- ii. Mengkaji keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND.
- iii. Mengkaji strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND.

1.5 Kepentingan Kajian

Berdasarkan analisis kajian yang dijalankan, penyelidik mengenalpasti beberapa kepentingan kajian. Antaranya, pelaksanaan sistem sensor gerakan dalam sesuatu organisasi secara tidak langsung dapat membantu elemen penting organisasi untuk menjadi lebih cekap dari segi kos, kualiti, dan masa yang sedikit untuk mengendalikan satu pemprosesan data yang agak rumit. Di samping itu, dalam bidang akademik kajian ini dapat mewujudkan budaya kelestarian alam sekitar dengan menggalakkan seseorang itu memilih sistem pengurusan yang berkonsepkan penggunaan tenaga yang cekap untuk lebih memelihara alam sekitar berbanding penggunaan sistem yang memberi kesan negatif kepada persekitaran.

1.6 Skop Kajian

Kajian ini memberi tumpuan kepada pelaksanaan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penggunaan elektrik yang lebih baik dan jimat di Menara JLAND, Johor Bahru, Johor. Responden di dalam kajian ini pula ditumpukan kepada pihak kontraktor atau pihak pengurusan fasiliti di dalam Menara JLAND itu sendiri.

2. Kajian Literatur

Pada era globalisasi sekarang, perkembangan teknologi adalah sangat pesat terutama robot, sistem dan alat-alat yang bersifat automatik yang akan memudahkan pekerjaan setiap manusia dari berbagai bidang, khususnya sistem sensor gerakan yang memudahkan aktiviti di dalam sesebuah bangunan dipantau secara meluas.

2.1 Konsep Sistem Sensor Gerakan

Konsep sistem sensor gerakan melibatkan penggunaan pelbagai jenis sensor untuk mengesan perubahan dalam gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh objek atau orang yang bergerak. Sistem ini biasanya digunakan dalam aplikasi keselamatan dan keamanan seperti sistem pengawasan bangunan pintar, sistem pengawasan kawalan akses, dan sistem pengawasan keselamatan industri. Dalam kajian Hannan *et al.* (2019), telah terdapat banyak peningkatan dalam konsep sistem sensor gerakan termasuk pembangunan sensor yang lebih sensitif dan canggih serta penggunaan algoritma pemprosesan data yang lebih baik untuk meningkatkan ketepatan pengesanan.

2.2 Jenis-Jenis Sensor Gerakan

Semua jenis sensor gerakan mempunyai mekanisme dua fasa, iaitu pengesanan gerakan dan tindak balas. Sensor ini mengesan pergerakan dalam kawasan yang ditentukan dan mencetuskan tindak balas yang telah ditetapkan, seperti menghidupkan lampu atau meletupkan penggera. Walau bagaimanapun, cara pengesanan berbeza dari satu sensor gerakan ke yang lain. Setiap jenis juga mempunyai ciri yang menjadikannya lebih sesuai untuk pelbagai persekitaran (Afolabi, 2023).

2.3 Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan

Jadual 1 menunjukkan pengoperasian sistem sensor gerakan juga digunakan di kebanyakan negara di mana terbukti keberkesannya dalam aspek kemampanan, khusus kepada sesebuah bangunan.

Jadual 1 Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Di Luar Negara

Penulis	Negara	Penggunaan
Begg <i>et al.</i> (2010)	United States	- Memantau pencahayaan - Memantau sistem penghawa dingin (HVAC) - Pengawalan tenaga elektrik
Chauhan <i>et al.</i> (2017)	London	- Mengawal keselamatan - Mengawal pergerakan
Gao <i>et al.</i> (2018)	Paris	- Memantau pergerakan - Keberkesanan operasi
Kaur <i>et al.</i> (2018)	Jepun	- Mengawal pencahayaan dan pemanasan - Memantau aktiviti manusia - Mengawal penggunaan tenaga
Huang <i>et al.</i> (2019)	Dubai	- Mengawal sistem penghawa dingin dan pengudaraan - Keselamatan dan pengawasan

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Sistem Sensor Gerakan

Jadual 2 membuktikan faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan di dalam sesebuah bangunan. Antaranya adalah faktor keselamatan, faktor penjimatan tenaga, faktor kebolehpercayaan sistem, dan lain-lain lagi.

Jadual 2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Sistem Sensor Gerakan

Penulis	Tahun	Faktor
Lestari & Gata	2011	- Keselamatan - Mengesan gerakan - Memantau aktiviti
Indarto <i>et al.</i>	2015	- Kebolehpercayaan Sistem - Kemampuan mengesan kehadiran (jumlah, lokasi)
Awais <i>et al.</i>	2016	- Penjimatan tenaga - Pencahayaan secara automatik

2.5 Keberkesanan Sistem Sensor Gerakan

Keberkesanan sistem sensor gerakan dapat membantu meningkatkan keselamatan dan keselesaan penghuni bangunan, serta membantu mengurangkan kos tenaga dengan mengawal penggunaan cahaya dan peralatan elektronik.

Jadual 3 Keberkesanan Sistem Sensor Gerakan

Penulis	Tahun	Keberkesanan
Al-Mumin <i>et al.</i>	2003	- Pengurangan penggunaan tenaga - Lampu sensor gerakan
Yang <i>et al.</i>	2016	- Pengurangan penggunaan tenaga (penghawa dingin, pengudaraan dan pencahayaan) - Kualiti persekitaran dalaman (Pemodelan tingkah laku penghunian)
Momin <i>et al.</i>	2019	- Kecekapan pengawalan keselamatan - Ketepatan dan kebolehpercayaan - Mengesan dan mencetus tindak balas - Sistem automasi

2.6 Strategi Untuk Meningkatkan Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan

Untuk meningkatkan keberkesanan operasi sistem sensor gerakan dalam sesebuah bangunan, strategi yang boleh dilaksanakan adalah seperti analisis lanjutan dan algoritma pembelajaran, mengintegrasikan sistem sensor gerakan dengan sistem automasi bangunan, Kekekapan penyelenggaraan dan pengemaskinian sistem, dan lain-lain lagi.

Jadual 4 Strategi Untuk Meningkatkan Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan

Penulis	Tahun	Strategi
Olu-Ajayi <i>et al.</i>	2022	<ul style="list-style-type: none"> - Melaksanakan analisis lanjutan dan algoritma pembelajaran mesin untuk mengoptimumkan prestasi sistem sensor gerakan. - Perbaiki sistem sensor gerakan - Mengklasifikasi data
Alam	2023	<ul style="list-style-type: none"> - Mengintegrasikan sistem sensor gerakan dengan sistem automasi bangunan
Dai <i>et al.</i>	2023	<ul style="list-style-type: none"> - Kekekapan penyelenggaraan dan pengemaskinian sistem sensor gerakan - Mengekalkan fungsi yang baik - Menggunakan teknologi baru

3. Metodologi Kajian

Kajian ini menerangkan pelaksanaan metodologi sepanjang kajian untuk mencapai objektif dan inkuiri kajian. (Rujuk Lampiran A)

3.1 Reka Bentuk Kajian

Dalam menjalankan kajian ini, rekabentuk yang kukuh dan mantap telah dibina. Hal ini bertujuan untuk mewujudkan prosedur yang tepat dan perlu diambil untuk mendapatkan data.

3.2 Pengumpulan Data

Di dalam kajian ini, pengkaji hanya memfokuskan pengumpulan data berdasarkan data primer sahaja. Data primer diperoleh melalui data temu bual dan borang temu bual yang dilakukan bersama responden berkaitan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Manakala, data sekunder dikumpulkan melalui kajian-kajian lepas daripada artikel jurnal, internet dan buku-buku berkaitan untuk menyokong kajian.

(a) Data Primer

Data primer adalah maklumat yang dikumpul yang diperolehi daripada kajian kes, di mana tinjauan langsung ke atas bangunan dan persekitaran sekitar akan dijalankan dan dinilai berdasarkan situasi sebenar berdasarkan kaedah temu bual daripada orang terpilih atau kumpulan fokus yang terlibat sepanjang kajian (Saepudin, 2011).

(b) Data Sekunder

Data sekunder boleh didapati daripada sumber-sumber lain yang diterbitkan dan juga daripada bahan-bahan yang boleh dipercayai. Data sekunder memainkan peranan penting untuk mengukuhkan kesahihan data utama dan juga mencapai objektif kajian (Saepudin, 2011).

3.3 Kajian Kes

Pengkaji menjalankan kajian kes tunggal di mana menumpukan sepenuhnya perolehan dan pendapatan hasil kajian di Menara JLAND, Johor Bahru.

3.4 Kaedah Temu bual

(a) Temu Bual Semi Struktur

Semua sesi temu bual dilakukan secara bersemuka dengan menggunakan kaedah temu bual secara semi struktur. Persoalan untuk temu bual dibahagikan kepada enam (6) bahagian iaitu Bahagian A ; maklumat latar belakang responden, Bahagian B ; pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik, Bahagian C ; faktor-Faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di menara JLAND, Bahagian D ; keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap

penjimatan elektrik di menara JLAND, Bahagian E ; strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di menara JLAND, dan Bahagian F ; komen dan cadangan.

3.5 Analisis Data

Analisis temubual menggunakan kaedah analisis kandungan dengan membahagikan maklumat yang diperolehi dari pelbagai sumber yang berbeza. Melalui sumber temu bual yang pelbagai, kenyataan dan data akan dibandingkan bagi mengenalpasti faktor, tahap keberkesanan, dan strategi pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Analisis Data (Kualitatif)

Penganalisan data bagi kajian ini dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu; analisis maklumat latar belakang (Demografi), analisis pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik, analisis faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di Menara JLAND, analisis keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND dan analisis strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND. Dalam kajian ini, seramai 3 orang responden yang terlibat dalam sesi temu bual ini.

4.2 Analisis: Demografi

Jadual 5 Latar belakang responden (Demografi)

Responden	Jawatan	Jabatan	Pengalaman kerja
R1	Penyelia Teknikal	Operasi	20
R2	Penasihat Teknikal	Dan Penyelenggaraan	15
R3	Juruteknik		15

4.3 Analisis (Umum) : Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik

4.3.1 Lokasi penempatan sistem sensor gerakan

Jadual 6 Pandangan responden terhadap lokasi penempatan sistem sensor gerakan

Responden	Perkara	Penerangan
R1	Lokasi penempatan sistem sensor gerakan	Pemahaman terhadap pergerakan manusia dan potensi ancaman
R2		Kawasan yang memerlukan lebih pemantauan
R3		Kawasan krikritikal

Berdasarkan Jadual 6, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan lokasi penempatan sistem sensor gerakan perlu memerlukan pemahaman terhadap pergerakan manusia dan potensi ancaman.

“Menjalpasti lokasi strategik untuk memasang sensor gerakan dalam bangunan melibatkan pemahaman mendalam tentang aliran pergerakan manusia dan potensi ancaman di dalamnya. Saya akan memperhatikan titik-titik akses utama seperti pintu masuk dan keluar, koridor yang sering digunakan, dan ruang-ruang umum yang sering dikunjungi. Pemilihan lokasi berdasarkan pola pergerakan ini dapat meningkatkan keberkesanan sensor dalam mengesan sebarang aktiviti yang mencurigakan” (Responden 1)

4.3.2 Jenis Sistem Sensor Gerakan

Jadual 7 Pandangan responden terhadap jenis sistem sensor gerakan

Responden	Perkara	Penerangan
R1	Jenis sistem sensor gerakan	Sensor inframerah pasif (PIR) dan sensor ultrasonik
R2		Sensor PIR, ultrasonik, dan mikrogelombang
R3		Sensor PIR, ultrasonik, dan mikrogelombang

Berdasarkan Jadual 7, responden 1,2 dan 3 menerangkan jenis sistem sensor gerakan kepada tiga jenis iaitu sensor PIR, Ultrasonik dan Mikrogelombang.

“Sensor PIR dan Ultrasonik adalah dua jenis sensor gerakan yang sangat efektif. Sensor PIR dapat mengenali perubahan suhu yang terkait dengan pergerakan, manakala sensor ultrasonik menggunakan gelombang suara untuk mengesan sebarang pergerakan dalam lingkungan gelombang tersebut. Tambahan pula, terdapat sensor mikrogelombang yang juga sering digunakan dalam sistem ini, mengesan pergerakan dengan mengukur perubahan frekuensi gelombang mikro yang dipantulkan oleh manusia atau objek” (Responden 2)

4.3.3 Integrasi Sistem Pintar

Jadual 8 Pandangan responden terhadap integrasi sistem pintar

Responden	Perkara	Penerangan
R1	Integrasi Sistem Pintar	Penggunaan algoritma pintar
R2		Data sensor gerakan digunakan bersama dengan data dari sumber lain
R3		Keberkesanan keseluruhan sistem keselamatan dan pengawasan

Berdasarkan Jadual 8, responden 1 yang disokong oleh responden 2 menyatakan integrasi sistem pintar dari sistem sensor gerakan menggunakan algoritma pintar.

“Dalam konteks integrasi sistem pintar, sistem sensor gerakan dapat membezakan antara pergerakan manusia dan objek dengan menggunakan algoritma pintar yang dapat mengenal pasti ciri-ciri pergerakan khas manusia. Contohnya, sensor gerakan PIR yang terfokus pada suhu tubuh manusia dapat membezakan antara pergerakan manusia dan objek tanpa kehangatan tubuh” (Responden 1)

4.4 Analisis : Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Sistem Sensor Gerakan Terhadap Pengawasan Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND

4.4.1 Faktor Utama

Jadual 9 Pandangan responden tentang faktor utama yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawasan penjimatan elektrik di Menara JLAND

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Faktor Utama	Corak penggunaan ruang dan aktiviti-aktiviti penghuni
R2		Tingkah laku pengguna
R3		Keperluan tenaga dan pemilihan teknologi

Berdasarkan Jadual 9, responden 1 yang disokong oleh responden 2 menyatakan faktor utamanya adalah corak penggunaan ruang dan aktiviti-aktiviti penghuni di dalam bangunan.

“Menurut saya, faktor utama yang perlu ditekankan terhadap penggunaan sistem sensor gerakan untuk mengawal penjimatan elektrik di Menara JLAND ini adalah corak penggunaan ruang dan aktiviti-aktiviti penghuni. Dengan memahami secara terperinci corak pergerakan dan kehadiran manusia, sistem sensor gerakan dapat disesuaikan untuk memberikan pengawalan penjimatan elektrik yang lebih efisien, khususnya dengan memastikan pencahayaan dan sistem penghawa dingin hanya aktif ketika dan di tempat yang diperlukan” (Responden 1)

4.4.2 Rekabentuk Bangunan

Jadual 10 Pandangan responden terhadap rekabentuk bangunan

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Rekabentuk Bangunan	Saiz kawasan yang besar, strategi penjimatan yang berbeza, penyesuaian daripada frekuensi pergerakan
R2		Lokasi pintu masuk, kawasan pejabat atau ruang terbuka, dan tangga, penyesuaian cahaya yang berbeza
R3		Pencahayaan semulajadi, penggunaan material yang memantulkan cahaya, dan pengaturcaraan ruang yang efisien

Berdasarkan Jadual 10, responden 1 menyatakan rekabentuk bangunan memerlukan saiz yang besar, strategi penjimatan yang berbeza, dan penyesuaian daripada frekuensi pergerakan di dalam bangunan.

“Menurut saya, saiz bangunan yang besar mungkin memerlukan penempatan sensor yang lebih strategik untuk memastikan cakupan yang mencukupi, sementara jenis penggunaan bangunan seperti pejabat atau pusat perniagaan mungkin memerlukan strategi penjimatan tenaga yang berbeza berdasarkan aktiviti harian. Kepadatan penghuni juga mempengaruhi frekuensi pergerakan, dengan penyesuaian yang diperlukan untuk mengoptimumkan penggunaan sensor dalam situasi yang padat” (Responden 1)

4.4.3 Sensitiviti Sensor Gerakan

Jadual 11 Jadual pandangan responden terhadap sensitiviti sensor gerakan

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Sensitiviti Sensor Gerakan	Pengurangan sensitiviti sensor gerakan di kawasan yang mungkin kosong untuk beberapa masa
R2		Memahami corak pergerakan manusia di kawasan-kawasan tertentu
R3		Penggunaan teknologi sensor yang canggih

Berdasarkan Jadual 11, responden 1 menyatakan sensitiviti sensor gerakan merujuk kepada pengurangan sensitiviti sensor gerakan di kawasan yang mungkin kosong untuk beberapa masa.

“Untuk kawasan yang sering dilalui oleh penghuni seperti lorong dan lif, sensitiviti sensor mungkin perlu ditingkatkan untuk mengesan pergerakan dengan lebih cepat. Di kawasan yang kurang digunakan, seperti bilik mesyuarat yang mungkin kosong untuk beberapa masa, pengurangan sensitiviti dapat dilakukan untuk mengurangkan pemakaian tenaga yang tidak perlu. Oleh itu, pengaturcaraan sensitiviti yang pintar dan dinamik membolehkan adaptasi kepada pelbagai keperluan dan aktiviti di seluruh bangunan” (Responden 1)

4.4.4 Pencahayaan

Jadual 12 Pandangan responden terhadap faktor pencahayaan

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Pencahayaan	Mengaktifkan dan mematikan pencahayaan secara automatik
R2		Penggunaan tenaga elektrik dapat dikurangkan secara signifikan

R3 Interaksi sistem sensor gerakan dengan sistem pencahayaan yang sangat efisien

Berdasarkan Jadual 12, responden 1 menyatakan pencahayaan dapat diaktif dan dimatikan secara automatik daripada sensor gerakan.

“Pencahayaan sangat mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan. apabila sensor mendeteksi kehadiran seseorang, ia akan mengaktifkan pencahayaan secara automatik, dan apabila tiada lagi kehadiran, pencahayaan akan dimatikan. Ini membantu dalam mengurangkan penggunaan tenaga elektrik yang tidak perlu ketika ruang tersebut tidak digunakan” (Responden 1)

4.4.5 Lokasi Penempatan Sistem Sensor Gerakan

Jadual 13 Pandangan responden terhadap lokasi penempatan sistem sensor gerakan

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Lokasi Penempatan Sistem Sensor Gerakan	Kawasan-kawasan yang sering dilalui oleh penghuni
R2		Suhu dan cahaya
R3		Selaras dengan sistem pengawalan pintar

Berdasarkan Jadual 13, responden 1 menyatakan lokasi penempatan sistem sensor gerakan perlu ditekankan kepada kawasan-kawasan yang sering dilalui penghuni.

“Bagi saya, lokasi penempatan sensor mempengaruhi keberkesanan sistem. Sensor perlu dipasang di kawasan-kawasan yang sering dilalui oleh penghuni bangunan seperti lorong, tangga, dan ruang pejabat utama” (Responden 1)

4.4.6 Integrasi Sistem Pintar

Jadual 14 Pandangan responden terhadap integrasi sistem pintar

Responden	Faktor	Penerangan
R1	Integrasi Sistem Pintar	Lampu dan penghawa dingin
R2		Alatan elektronik
R3		Mengelompokkan peralatan berdasarkan tingkat kepentingan atau frekuensi penggunaan

Berdasarkan Jadual 14, responden 1 yang disokong oleh responden 2 menyatakan integrasi sistem pintar antara sensor pergerakan dengan lampu dan penghawa dingin.

“Bagi saya, peralatan elektrik yang paling berkesan dikawal dengan menggunakan sistem sensor gerakan adalah lampu. Dengan menggunakan sensor gerakan, lampu akan secara automatik menyala ketika ada penghuni atau kakitangan di dalam sesuatu ruangan bangunan dan mematikan lampu ketika tidak ada kehadiran manusia. Hal ini dapat mengurangkan pembaziran tenaga elektrik yang disebabkan oleh lampu yang dibiarkan menyala di ruangan yang tidak digunakan” (Responden 1)

4.5 Analisis : Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND

4.5.1 Penjimatan Tenaga Elektrik

Jadual 15 Pandangan responden terhadap penjimatan tenaga elektrik

Responden	Keberkesanan	Perkara
R1	Penjimatan Tenaga Elektrik	Menganalisis data penggunaan tenaga sebelum dan setelah pemasangan sistem sensor gerakan
R2		Data kuantitatif yang efisien sebagai indikator positif
R3		Pemantauan penggunaan tenaga

Berdasarkan Jadual 15, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan penjimatan tenaga elektrik dapat dilakukan dengan menganalisis data penggunaan tenaga sebelum dan setelah pemasangan sistem sensor gerakan.

“Pengukuran elektrik dapat dilakukan dengan menganalisis data penggunaan tenaga sebelum dan setelah pemasangan sistem sensor gerakan dengan menggunakan Voltmeter dan Ampere Meter. Dari pengalaman saya, data kuantitatif yang diperoleh menunjukkan penurunan yang signifikan dalam kos elektrik, terutama di kawasan umum dan koridor yang tidak selalu aktif, memberikan gambaran yang jelas tentang keberkesanan penggunaan sistem sensor gerakan dalam mengoptimumkan penggunaan tenaga” (Responden 1)

4.5.2 Konfigurasi Dan Pengaturcaraan Sistem

Jadual 16 Pandangan responden terhadap konfigurasi dan pengaturcaraan sistem

Responden	Keberkesanan	Penerangan
R1	Konfigurasi Dan Pengaturcaraan Sistem	Sensitiviti yang tinggi, zon cakupan yang luas, integrasi sistem sensor
R2		Ciri-ciri khusus setiap ruang dalam bangunan, penggunaan algoritma pembelajaran mesin
R3		Masa tunda yang lebih pendek, zon cakupan yang disasarkan, sensor tambahan di lokasi strategik

Berdasarkan jadual 16, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan konfigurasi dan pengaturcaraan sistem perlu dilihat dari aspek sensitiviti yang tinggi dan zon cakupan yang luas, serta integrasi sistem sensor dengan sistem pengurusan bangunan.

“Dalam pengalaman saya, sistem sensor gerakan harus dikonfigurasi dengan sensitiviti yang tinggi dan zon cakupan yang luas untuk memaksimumkan penjimatan elektrik. Ini penting kerana sensor harus dapat mengesan pergerakan halus dan mengaktifkan atau mematikan peralatan elektrik dengan tepat. Untuk pengaturcaraan, perlu menekankan keperluan untuk integrasi yang lancar dengan sistem pengurusan bangunan, membolehkan pengawasan dan kawalan jarak jauh. Seiring dengan waktu, perlu juga menyesuaikan tetapan kepekaan dan zon cakupan berdasarkan corak penggunaan ruang dalam bangunan, yang secara signifikan meningkatkan penjimatan elektrik” (Responden 1)

4.5.3 Persekitaran Capaian Sistem Sensor Gerakan

Jadual 17 Pandangan responden terhadap persekitaran capaian sistem sensor gerakan

Responden	Keberkesanan	Penerangan
R1	Persekitaran Capaian Sistem Sensor Gerakan	Dilakukan secara komprehensif
R2		Penekanan pada sensitiviti tinggi dan zon lingkungan yang luas
R3		Keperluan unik setiap ruang

Berdasarkan jadual 17, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan persekitaran capaian sistem sensor gerakan perlu dilakukan secara komprehensif.

“Berdasarkan pengalaman saya, sistem sensor gerakan diterapkan di sejumlah besar kawasan, termasuk koridor, lif, bilik rapat, dan bahkan kawasan umum seperti dapur dan tandas. Integrasi sistem sensor gerakan dengan struktur dan keperluan bangunan dilakukan secara komprehensif, dengan menyesuaikan sensitiviti dan zon cakupan sesuai dengan karakteristik setiap ruang. Keberhasilan pelaksanaan ini terlihat dari penurunan yang signifikan dalam penggunaan tenaga elektrik, terutama di ruang-ruang yang jarang digunakan. Strategi ini membuktikan bahwa integrasi yang baik antara sistem sensor gerakan dan keperluan spesifik bangunan dapat memberikan kesan positif yang besar terhadap penjimatan tenaga di Menara JLAND” (Responden 1)

4.5.4 Maklum Balas Dan Kepuasan Penghuni Bangunan

Jadual 18 Pandangan responden terhadap maklum balas dan kepuasan penghuni bangunan

Responden	Keberkesanan	Penerangan
R1	Maklum Balas Dan Kepuasan Penghuni Bangunan	Berasa senang dengan kemudahan penggunaan sistem sensor
R2		Langkah positif dalam usaha mempromosikan kelestarian dan pengurangan kos tenaga
R3		Mengapresiasi kecekapan dan keselesaan yang diberikan

Berdasarkan jadual 18, responden 1 menyatakan maklum balas dan kepuasan penghuni bangunan adalah pengguna merasa senang dengan kemudahan penggunaan sistem sensor yang disediakan.

“Dari pengalaman saya, maklum balas dari penghuni di Menara JLAND terhadap penggunaan sistem sensor gerakan adalah sangat positif. Pengguna merasa senang dengan kemudahan penggunaan sistem ini, terutama dalam aspek penjimatan tenaga. Komunikasi mengenai sistem sensor gerakan dilakukan dengan efektif melalui pengumuman berkala dan pendedaran maklumat tertulis di kawasan-kawasan yang dipasang sensor. Penghuni merasa terlibat dan terinformasi dengan baik mengenai manfaat dan kegunaan sistem ini, menciptakan persekitaran yang memudahkan dan memuaskan” (Responden 1)

4.5.5 Integrasi dengan Teknologi Lain

Jadual 19 Pandangan responden terhadap integrasi dengan teknologi lain

Responden	Keberkesanan	Penerangan
R1	Integrasi Dengan Teknologi Lain	Sistem yang bekerja secara harmonis
R2		Mengawal pencahayaan dan suhu ruangan secara automatik
R3		Sokongan besar dalam peningkatan penjimatan elektrik

Berdasarkan jadual 19, responden 1 (disokong oleh responden 2 dan 3) menyatakan integrasi dengan teknologi lain merujuk kepada sistem yang bekerja secara harmonis.

“Integrasi sistem sensor gerakan di Menara JLAND dengan teknologi lain telah menjadi tiang utama dalam upaya meningkatkan penjimatan tenaga elektrik secara menyeluruh. Sistem ini bekerja secara harmonis dengan sistem pencahayaan dan sistem HVAC, memastikan bahwa pencahayaan dan suhu ruangan dapat diatur secara automatik berdasarkan kehadiran penghuni. Hal ini tidak hanya mengurangi pembaziran tenaga yang disebabkan oleh lampu dan pendingin yang beroperasi tanpa alasan, tetapi juga memberikan keselesaan maksimum kepada penghuni. Manfaat utama dari integrasi ini adalah keberkesanan tenaga yang tinggi dan pengurangan kos operasi bangunan” (Responden 1)

4.5.6 Pemantauan dan Penyelenggaraan Sistem

Jadual 20 Pandangan responden terhadap pemantauan dan penyelenggaraan sistem

Responden	Keberkesanan	Penerangan
R1	Pemantauan dan Penyelenggaraan Sistem	Platform pemantauan pusat yang terintegrasi
R2		Sistem pemantauan automatik
R3		Operasi yang maksimum

Berdasarkan jadual 20, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan pemantauan dan penyelenggaraan sistem merujuk kepada pemeriksaan melalui platform pemantauan pusat yang terintegrasi.

“Pemantauan dan penyelenggaraan sistem sensor gerakan di Menara JLAND dilakukan dengan cermat melalui platform pemantauan pusat yang terintegrasi. Unit penyelenggara secara berkala memeriksa data dari sensor gerakan untuk memastikan prestasi maksimum. Jika terdapat ketidakteraturan atau masalah, tindakan pembaikan akan segera diambil, termasuk penjagaan rutin, pembaharuan perisian, atau pembaikan perkakasan. Pendekatan ini memastikan bahawa sistem selalu beroperasi pada tingkat prestasi yang maksima” (Responden 1)

4.6 Analisis : Strategi Untuk Meningkatkan Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND

4.6.1 Penjimatan Kos Elektrik

Jadual 21 Pandangan responden terhadap penjimatan kos elektrik

Responden	Strategi	Penerangan
R1	Penjimatan Kos Elektrik	Penggunaan platform analitik canggih
R2		Pelaksanaan strategi bersepadu
R3		Pemantauan real-time

Berdasarkan jadual 21, responden 1 yang disokong oleh responden 2 menyatakan penjimatan kos elektrik merujuk kepada penggunaan platform analitik canggih di dalam bangunan.

“Bagi saya, strategi untuk memantau dan mengukur pengurangan kos tenaga elektrik di menara JLAND melibatkan penggunaan platform analitik canggih yang terintegrasi dengan sistem sensor gerakan. Data kuantitatif tentang penggunaan tenaga elektrik dikumpulkan dan dianalisis secara berkala untuk menilai prestasi sistem. Matlamat khusus ditetapkan untuk mencapai pengurangan kos tenaga elektrik sekurang-kurangnya sebanyak 20% dalam tempoh setahun, dengan tindak balas segera terhadap setiap ketidaknormalan yang dikenal pasti” (Responden 1)

4.6.2 Penempatan Dan Penentu Ukuran Yang Betul

Jadual 22 Pandangan responden terhadap penempatan dan penentu ukuran yang betul

Responden	Strategi	Penerangan
R1	Penempatan Dan Penentu Ukuran Yang Betul	Pemantauan dan penilaian berterusan
R2		Penilaian semula lokasi sensor secara berkala dan pengoptimuman
R3		Peninjauan semula dan pengoptimuman lokasi sensor secara berkala

Berdasarkan jadual 22, responden 1 yang disokong oleh responden 2 dan 3 menyatakan penempatan dan penentu ukuran yang betul adalah daripada pemantauan dan penilaian yang berterusan.

"Bagi saya, sistem sensor gerakan berfungsi untuk mengidentifikasi ruangan yang tidak diduduki atau tidak memerlukan pencahayaan dengan mendeteksi kehadiran atau ketiadaan manusia. Maklumat ini digunakan secara pintar untuk mengatur pencahayaan, memastikan hanya ruangan yang ditinggalkan yang mendapat cahaya. Untuk meningkatkan keberkesanan, pemantauan dan penilaian berterusan terhadap lokasi pemasangan sensor gerakan akan dilakukan, dan penyesuaian mungkin diperlukan untuk mencapai jangkauan yang lebih baik." (Responden 1)

4.6.3 Peningkatan Prestasi Sistem

Jadual 23 Pandangan responden terhadap strategi peningkatan prestasi sistem

Responden	Strategi	Penerangan
R1	Peningkatan Prestasi Sistem	Kajian menyeluruh terhadap data operasi
R2		Penggunaan peranti tambahan
R3		Penambahbaikan sensor gerakan dengan teknologi yang lebih canggih

Berdasarkan jadual 23, responden 1 menyatakan peningkatan prestasi sistem merujuk kepada kajian menyeluruh terhadap data operasi.

"Bagi saya, peningkatan prestasi sistem sensor gerakan dilakukan melalui kajian yang menyeluruh terhadap data operasi, termasuk analisis prestasi sensor dan capaian data masa nyata. Beliau menyatakan bahawa inisiatif tersebut membantu mengenal pasti dan menangani isu-isu prestasi dengan pantas, menjadikan sistem lebih responsif terhadap keperluan bangunan" (Responden 1)

4.8 Perbincangan

Berdasarkan dapatan kajian, kajian ini dianggap telah berjaya dilaksanakan kerana setiap persoalan dan objektif kajian dapat dipenuhi dengan jelas dan lengkap. Kajian ini bersifat temu bual semi struktur dan menggunakan instrumen borang temu bual bagi tujuan pengumpulan data. Seramai 3 orang responden yang terlibat dalam kajian ini. Perkara ini boleh dikatakan kajian ini mendapat sambutan yang baik daripada pihak responden. Setiap data telah dianalisis menggunakan keadah analisis kandungan dan bentuk data yang telah dianalisis dinyatakan dalam bentuk jadual. Soalan ini dinilai berdasarkan penilaian manual terhadap jawapan terperinci dari setiap responden. Menurut Schanze (2023), maklum balas yang baik dari responden adalah penting dalam menghasilkan data analisis yang berkualiti dalam kajian.

Pada bahagian C, soalan dirangka bagi mencapai objektif kajian yang pertama. Berdasarkan dapatan kajian, semua faktor yang terlibat memberi kesan kepada operasi sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di Menara JLAND. Berdasarkan analisis kandungan, faktor utama perlu dilihat daripada corak penggunaan ruang dan aktiviti-aktiviti penghuni, faktor rekabentuk bangunan merujuk kepada saiz kawasan yang besar, strategi penjimatan yang berbeza dan penyesuaian daripada frekuensi pergerakan serta faktor sensitiviti sensor gerakan yang merujuk kepada pengurangan sensitiviti di kawasan yang mungkin kosong untuk beberapa masa. Setrusnya, faktor pencahayaan yang mengaktifkan dan mematikan pencahayaan secara automatik, faktor lokasi penempatan sistem sensor gerakan yang merujuk kepada kawasan-kawasan yang sering dilalui penghuni, dan faktor intergasi sistem pintar bersama sistem pencahayaan dan HVAC. Menurut Salsbury (2005), faktor pengoperasian sistem sensor gerakan yang ditekankan kepada aspek penjimatan tenaga elektrik perlu dilihat daripada pelbagai aspek seperti cara penggunaan sesebuah ruang, rekabentuk bangunan, integrasi antara sistem, dan lain-lain lagi.

Manakala, objektif kedua kajian dicapai melalui bahagian D iaitu keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di menara JLAND. Berdasarkan dapatan kajian, keberkesanan penjimatan tenaga elektrik dapat dilihat daripada penganalisan data penggunaan tenaga sebelum dan setelah pemasangan sistem sensor gerakan, keberkesanan konfigurasi dan pengaturcaraan sistem dilihat daripada sensitiviti yang tinggi, zon lingkungan yang luas, dan integrasi sistem sensor, serta keberkesanan persekitaran capaian sistem sensor gerakan yang perlu dilakukan secara komprehensif. Selain itu, keberkesanan terhadap maklum balas dan kepuasan penghuni bangunan yang dilihat berasa senang dengan kemudahan penggunaan sistem sensor, keberkesanan integrasi dengan teknologi lain di mana sistem ini bekerja secara harmonis, serta keberkesanan pemantauan dan penyelenggaraan sistem melalui platform pemantauan pusat yang terintegrasi. Menurut Koebel *et al.* (2017), pengoperasian sistem sensor gerakan di dalam bangunan dapat menghasilkan

penjimatan elektrik yang signifikan dengan mengawal pencahayaan dan peralatan elektrik secara automatik berdasarkan kehadiran manusia, dengan pengurangan purata penggunaan elektrik sebanyak 30-50%.

Pada bahagian E, soalan dirangka bagi mencapai objektif kajian yang terakhir. Soalan ini dibina bagi mengenalpasti strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di menara JLAND. Berdasarkan dapatan kajian, strategi penjimatan kos elektrik adalah melalui penggunaan platform analitik canggih, strategi penempatan dan penentu ukuran yang betul perlu dilakukan dari aspek pemantauan dan penilaian berterusan, serta strategi peningkatan prestasi sistem yang memerlukan kajian menyeluruh terhadap data operasi. Menurut Wang *et al.* (2014), untuk meningkatkan tahap keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di dalam bangunan, penting untuk mengkaji semula lokasi penempatan sensor, mengintegrasikannya dengan sistem pemantauan pintar, dan melibatkan penghuni bangunan dalam kesedaran penggunaan tenaga.

5.1 Kesimpulan

5.1.1 Objektif Kajian 1: Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan sistem sensor gerakan terhadap pengawalan penjimatan elektrik di Menara JLAND.

Berdasarkan dapatan daripada objektif kajian 1 (Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengoperasian Sistem Sensor Gerahap Terhadap Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND), faktor-faktor seperti corak penggunaan ruang, aktiviti penghuni, dan rekabentuk bangunan, termasuk saiz dan strategi penjimatan yang berbeza, semua memainkan peranan penting. Penyesuaian frekuensi pergerakan dan sensitiviti sensor di kawasan tertentu juga sangat berpengaruh, begitu juga dengan integrasi sistem sensor dengan sistem pencahayaan dan HVAC (Garcia, 2017).

5.1.2 Objektif Kajian 2: Keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND.

Berdasarkan dapatan daripada objektif kajian 2 (Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND), analisis data penggunaan tenaga sebelum dan selepas pemasangan sensor, sensitiviti tinggi sensor, luasnya zon lingkungan, dan integrasi sistem sensor menjadi faktor utama dalam menentukan keberkesanan ini. Keberkesanan sistem ini juga dapat dilihat melalui kepuasan penghuni dan kemudahan penggunaan, serta integrasi harmonis dengan teknologi lain. Tambahan itu, pemantauan dan penyelenggaraan melalui platform terpusat juga penting untuk keberlanjutan sistem (Robert, 2016).

5.1.3 Objektif Kajian 3: Strategi untuk meningkatkan keberkesanan pengoperasian sistem sensor gerakan terhadap penjimatan elektrik di Menara JLAND.

Dapatan kajian daripada objektif kajian 3 (Strategi Untuk Meningkatkan Keberkesanan Pengoperasian Sistem Sensor Gerakan Terhadap Penjimatan Elektrik Di Menara JLAND) menyatakan penggunaan platform analitik canggih, penempatan strategis sensor, dan penentuan ukuran yang tepat, diperlukan untuk pengawasan dan penilaian yang berterusan. Selain itu, peningkatan prestasi sistem melalui kajian menyeluruh terhadap data operasi diperlukan untuk memaksimumkan penggunaan dan keberkesanan sistem sensor gerakan dalam jangka panjang (Saha *et al.*, 2019).

5.2 Cadangan Kajian

Berdasarkan kajian ini, operasi sistem sensor gerakan perlu dilakukan penambahbaikan pada kepekaan dan ketepatan sensor dalam mengesan gerakan di setiap ruangan yang berbeza. Kepekaan sensor yang tinggi amatlah penting untuk memastikan bahawa integrasi dengan sistem lain seperti pencahayaan dan HVAC hanya diaktifkan apabila benar-benar diperlukan, secara langsung dapat mengurangkan pembaziran tenaga elektrik. Selain itu perlu juga dilakukan penerapan teknologi AI dan pesmbelajaran sistem supaya dapat membantu dalam menghasilkan sistem sensor yang lebih pintar dalam memahami pola-pola penggunaan ruang. Ini membolehkan sistem untuk secara dinamik menyesuaikan penggunaan tenaga berdasarkan kebiasaan dan keperluan penghuni atau pengguna menara JLAND. Teknologi seperti ini bukan sahaja dapat meningkatkan keberkesanan dalam penggunaan tenaga, tetapi juga memberikan pengalaman pengguna yang baik. Dengan ini, organisasi dan pihak-pihak yang terlibat haruslah memainkan peranan dalam bekerjasama meningkatkan

prestasi pengoperasian sistem sensor gerakan ini dalam mencapai objektif penjimatan tenaga yang digunakan oleh kebanyakan bangunan.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia di atas segala sokongan yang diberi.

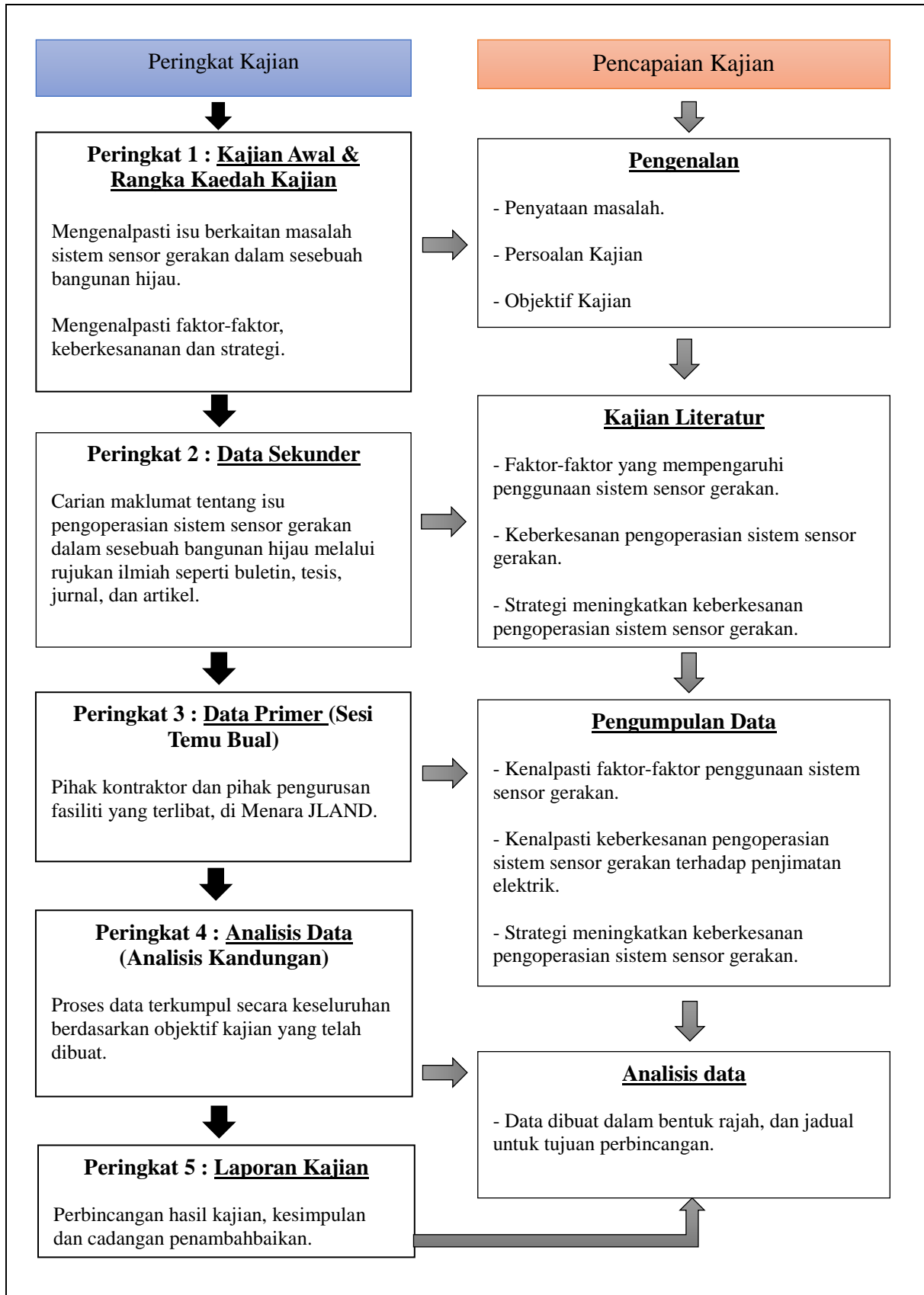
Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

*Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Mohamad Zulraihan Bin Abdullah, Roshartini Omar; **pengumpulan data:** Mohamad Zulraihan Bin Abdullah; **analisis dan interpretasi hasil:** Mohamad Zulraihan Bin Abdullah; **penyediaan draf manuskrip:** Mohamad Zulraihan Bin Abdullah, Roshartini Omar. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

Lampiran A: Carta Aliran Metodologi Kajian



Rujukan

- Afolabi, O. (2023). What Is a Motion Sensor, and How Does It Work? MUO. <https://www.makeuseof.com/what-is-a-motion-sensor-how-does-it-work/>
- Alam, M. N. (2023). Tracing the Historical Progression and Analyzing the Broader Implications of IoT: Opportunities and Challenges with Two Case Studies. *IJERT*. <https://doi.org/10.17577/IJERTV12IS040202>
- Al-Mumin, A., Khattab, O., & Sridhar, G. (2003). Keabikan Dan Kekurangan Lampu Sensor Gerakan Dalam. <https://ms.p-mbuilders.com/pros-and-cons-of-indoor-motion-sensor-lights-9456>
- Awais, M., Palmerini, L., Bourke, A. K., Ihlen, E. a. F., Helbostad, J. L., & Chiari, L. (2016). Performance Evaluation of State of the Art Systems for Physical Activity Classification of Older Subjects Using Inertial Sensors in a Real Life Scenario: A Benchmark Study. *Sensors*, 16(12), 2105. <https://doi.org/10.3390/s16122105>
- Balser, T. J., Grabau, A. A., Kniess, D., & Page, L. A. (2017). Collaboration and communication. *New directions for institutional research*, 2017(175), 65-79.
- Begg, R., & Parikh, A. (2010). Motion Detection Systems: A Review. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 10(1), 1-12.
- Boothman, P. (2022, July 26). What is a motion sensor and how does it work. *Sensors & IoT Infrastructure*. <https://www.disruptive-technologies.com/blog/what-is-a-motion-sensor-and-how-does-it-work>
- Chauhan, S., & Sharma, R. (2017). Design and implementation of motion detection alarm and securitysystem. <https://ejournals.org/wpcontent/uploads/Design-and-Implementation-of-Motion-Detection-Alarm-and-Security-System.pdf>
- Cheah, W. K. (2003). Sistem multimedia kiosks (Doctoral dissertation, University of Malaya)
- Dai, Q., Ding, L., Zhang, Z., Zhu, Y., & Shi, Y. (2023). Determining the optimal operation and maintenance contract period of PV poverty alleviation projects based on real options and cooperative game: Evidence from rural China. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 15(2). <https://doi.org/10.1063/5.0134751>
- Dittawit, K., & Aagesen, F. A. (2014, September). Home energy management system for electricity cost savings and comfort preservation. In 2014 IEEE Fourth International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin) (pp. 309-313). IEEE.
- Dong, B., Prakash, V., Feng, F., & O'Neill, Z. (2019). A review of smart building sensing system for better indoor environment control. *Energy and Buildings*, 199, 29-46.
- Futagami, T., Hayasaka, N., & Onoye, T. (2020). Evaluation for Energy Savings in Occupancy Lighting Control using Vision-based Motion Sensor. *Shisutemu Seigyo JōHō Gakkai Ronbunshi*. <https://doi.org/10.5687/iscie.33.139>
- Gao, Y., Liang, J., & Wang, X. (2018). An Intelligent Energy-Saving Control System Based on Infrared Human Body Motion Sensor for LED Lighting in Smart Buildings. *Energies*, 11(6), 1455.
- Garcia, M. (2017). Optimization of Motion Frequency and Sensor Sensitivity for Energy Savings in Office Spaces. *International Conference on Sustainable Energy Technologies*. pp. 235-246.
- Huang, Y., Zhang, J., & Chen, W. (2019). A Multi-Sensor System for Indoor Environmental Monitoring and Control Based on Internet of Things Technology. *Sensors*, 19(20), 4493.
- Indarto, E. T., Leksono, E., & Budi, E. M. (2015). Perancangan Sistem Pendeteksi Kehadiran Manusia Menggunakan Sensor Kinect. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*. <https://doi.org/10.5614/joki.2015.7.1.4>
- Jamain, N. (2021). Strategi penyelenggaraan untuk sistem penyaman udara berpusat pada bangunan-bangunan kerajaan.
- Javaid, M., Haleem, A., Rab, S., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Sensors for daily life: A review. *Sensors International*, 2, 100121. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100121>
- Kaur, H., Singh, S., & Singh, P. (2018). Design and Implementation of Motion Detection Based Security System Using Raspberry Pi. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 7(3), 268-272.
- Koebel, M. M., Wernery, J., & Malfait, W. J. (2017). Energy in buildings—Policy, materials and solutions. *MRS Energy & Sustainability*, 4, E12.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. Sage publications.
- Lemhishi, M. (2023). The Sustainable Performance Of Islamic Reitd And Their Social Contributions. *International Journal of Islamic Economics and Finance Research*, 6(1), 29- 50.
- Lestari, J., & Gata, G. (2011). Webcam Monitoring Ruangan Menggunakan Sensor Gerak PIR (Passive Infra Red). *Budi Luhur Information Technology*. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/download/489/420>

- Maryam & Kaveh (2019). Impact of Green Technology Empowerment towards Green Public Relations Practice at the Malaysian Green Technology Corporation (GreenTech Malaysia), from <http://journalarticle.ukm.my/8601/1/9023-24127-1-PB.pdf>
- Momin, M., Bhagwat, N. S., Chavhate, S., Dhiwar, A. A., & Devekar, N. (2019). International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering Smart Body Monitoring system using IoT and Machine Learning. HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe). <https://doi.org/10.15662/ijareeie.2019.0805010>
- Noor, N. M. & Rahman, I. A. (2019). Nadi Eleczone Solutions. Arduino Bagaimana Untuk Menggunakan Sensor Pergerakan PIR HC-SR501. <https://www.nadieleczone.com/tutorial-arduino/arduino-bagaimana-untuk-menggunakan-sensor-pergerakan-pir-hc-sr501/#>
- Olu-Ajayi, R., Alaka, H., Sulaimon, I., Sunmola, F. T., & Ajayi, S. O. (2022). Building energy consumption prediction for residential buildings using deep learning and other machine learning techniques. Journal of Building Engineering, 45, 103406. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103406>
- Prakash, P., & Khatod, D. K. (2016). Optimal sizing and siting techniques for distributed generation in distribution systems: A review. Renewable and sustainable energy reviews, 57, 111- 130.
- Rameli, N., Jaes, L., & Junaidi, N. H. (2020). Kecekapan dan keberkesanan sektor perkhidmatan awam dalam mendepani cabaran revolusi industri 4.0.
- Rizkar, M., A. (2023). LeapFactor - Integrasi Industri 4.0: Efisiensi, Kualitas, Kurangi Biaya.
- Robert, W. (2016). Centralized Monitoring and Maintenance Platform for Motion Sensor Systems in Buildings. Proceedings of the International Conference on Sustainable Energy Technologies, vol. 12, no. 1, pp. 210-225.
- Sabri, M. M. (2017). Boosting shoppers grows in increase footfall of new shopping center: a case study of Komtar JBCC.
- Saha, H., Florita, A. R., Henze, G. P. & Sarkar, S. (2019). Occupancy sensing in buildings: A review of data analytics approaches. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778818333176?casa_token=8slF3i70ReEAAAAA:CdxozFmCJydsr5UIymH3UgnE78qKmUSXHhKCIgp9BxzMmJoJw-pYRX9TieLPnw93ra9FoK3x
- Saepudin, A. (2011). Pembelajaran Sains Pada Program Pendidikan Anak Usia Dini. Jurnal Teknodik, XV(2), 213–226.
- Salsbury, T. I. (2005). A survey of control technologies in the building automation industry. *IFAC Proceedings Volumes*, 38(1), 90-100.
- Schanze, J. L. (2023). Response behavior and quality of survey data: Comparing elderly respondents in institutions and private households. *Sociological Methods & Research*, 52(3), 1519-1555.
- Shahad R. A. (2018). *Pembangunan sistem pengautomatan bangunan pintar (iBAS) menggunakan pelantar CAISER* (Doctoral dissertation, UKM, Bangi).
- Singh, P., & Sadhu, A. (2020). System identification-enhanced visualization tool for infrastructure monitoring and maintenance. *Frontiers in Built Environment*, 6, 76.
- Tekce, I., Ergen, E., & Artan, D. (2020). Structural equation model of occupant satisfaction for evaluating the performance of office buildings. *Arabian journal for science and engineering*, 45(10), 8759-8784.
- Verma M., Kaler, R. S., & Singh, M. (2021). Sensitivity enhancement of Passive Infrared (PIR) sensor for motion detection. *Optik*, 244, 167503.
- Wicaksono, A., Purwanti, A.W. and Satwikasari, A.F. (2017). Simulasi Bangunan Pintar Dengan Aspek Pencahayaan Pada Bangunan Museum Fatahillah Jakarta. *PURWARUPA Jurnal Arsitektur*, 1(1), pp.45-50.
- Wang, J., Yang, Y., & Wu, H. (2022). Coordination of actuator-plus-sensor networks for control and estimation performance improvement in linear systems. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28847.00160>
- Wang, N., & Adeli, H. (2014). Sustainable building design. *Journal of civil engineering and management*, 20(1), 1-10.
- Yang, J., Santamouris, M., & Lee, S. L. (2016). Review of occupancy sensing systems and occupancy modeling methodologies for the application in institutional buildings. *Energy and Buildings*, 121, 344–349. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.12.019>