

PENGUNAAN TEKNOLOGI INTERNET PELBAGAI BENDA (IPB) DALAM SISTEM PENGESAN ASAP PINTAR

Ruhaizat Jubri^{1*}, Farizan Zakaria² and Rosmalati Aman Shah³

^{1,2,3}Department of Civil Engineering, Ungku Omar Polytechnic, Ipoh, Malaysia

*ruhaizat@puo.edu.my

ARTICLE INFO

Article history:

Received

14 July 2025

Received in revised form

18 Sept 2025

Accepted

3 Oct 2025

Published online

15 Oct 2025

Keywords:

pengesan asap pintar;
internet pelbagai benda;
aplikasi mudah alih;
keselamatan kebakaran;
model penerimaan
teknologi; arduino uno

ABSTRACT

Kesedaran terhadap keselamatan kebakaran di kawasan kediaman masih di tahap yang rendah walaupun insiden kebakaran terus meningkat dari masa ke semasa. Oleh itu, sistem peranti pengesan asap tanpa wayar berasaskan teknologi Internet Pelbagai Benda yang diintegrasikan bersama aplikasi mudah alih dibangunkan bagi membolehkan pemantauan dan amaran kebakaran secara masa nyata. Sistem ini direka dengan menggunakan papan pengawal mikro Arduino Uno, sensor gas MQ2, dan platform aplikasi Blynk sebagai paparan aplikasi pengguna. Kajian ini melibatkan soal selidik yang dijalankan kepada 50 orang responden sebelum dan selepas penggunaan aplikasi bagi menilai enam aspek penerimaan pengguna, termasuk inovasi, kecekapan penyelenggaraan, dan susun atur sistem. Model Penerimaan Teknologi (TAM) digunakan sebagai asas penilaian penerimaan pengguna terhadap teknologi ini, merangkumi aspek persepsi kegunaan dan kemudahan penggunaan. Hasil dapatan menunjukkan peningkatan skor purata yang signifikan di dalam semua aspek, dengan skor tertinggi adalah aspek ciri produk iaitu 4.92, diikuti oleh aplikasi sistem, 4.88 dan skor purata aspek inovasi adalah 4.80. Dapatan ini membuktikan bahawa, sistem ini berpotensi sebagai alat pengesan asap pintar berskala rendah yang mudah diakses serta kos yang fleksibel.

1. Pengenalan

Kebakaran merupakan satu ancaman serius terutamanya di kawasan pembinaan, dan perumahan kerana berpotensi kepada kemalangan jiwa dan harta benda. Kepesatan pembangunan serta peningkatan kepadatan penduduk merupakan utama yang menyumbang kepada risiko kebakaran yang sangat tinggi, khususnya akibat litar pintas dan kebocoran gas. (Venkatesh et al., 2019). Berdasarkan statistik laporan dari Jabatan Bomba Malaysia (2024), faktor tertinggi punca kebakaran adalah litar pintas iaitu 2030 kes, kebocoran gas sebanyak 1741, dan pemanasan rintangan secara berlebihan adalah 4853 kes. Laporan juga menunjukkan kebakaran bangunan meningkat dari 2021 hingga ke 2024 iaitu dari 7477 kes kepada 11,957 kes pada 2024. Statistik juga menunjukkan kediaman merupakan jumlah kebakaran tertinggi iaitu 5,75 pada tahun 2024. Antara isu yang sering menjadi masalah utama penyebab berlaku kebakaran adalah kurang pengkhususan dalam reka bentuk kebakaran. (Poliakova & Grigoryan

2018). Manakala kajian dari Sofiya et. al (2025), menunjukkan punca utama berlaku kebakaran adalah penyelenggaraan sistem kebakaran yang tidak teratur.

Teknologi ini telah terbukti dapat meningkatkan kecekapan pengesanan awal kebakaran dan berkesan dalam tindak balas kecemasan. Menurut Jadon et al.(2019), teknologi terkini iaitu Internet Pelbagai Benda (IPB) dan kecerdasan buatan (AI) digunakan untuk meningkatkan keberkesanan sistem keselamatan kebakaran melalui pengesanan masa sebenar dan notifikasi pantas, pintar dan mesra pengguna. Walaupun pelbagai sistem pengesanan asap konvensional telah diperkenalkan, namun sistem konvensional masih mempunyai kekangan dari segi kos, liputan dan integrasi dengan peranti pintar.

Oleh itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk membangunkan prototaip sistem pengesanan asap tanpa wayar berasaskan Arduino Uno dan gabungan sensor MQ2. Aplikasi mudah alih digunakan sebagai pengesanan awal di dalam keselamatan kebakaran. Sistem ini dapat mempercepatkan masa amaran, meningkatkan ketepatan pengesanan serta sesuai diaplikasikan di ruang yang berskala luas. Hasil kajian ini boleh digunakan dengan lebih praktikal untuk pembangunan teknologi keselamatan pintar di dalam persekitaran kediaman dan dikomersialkan.

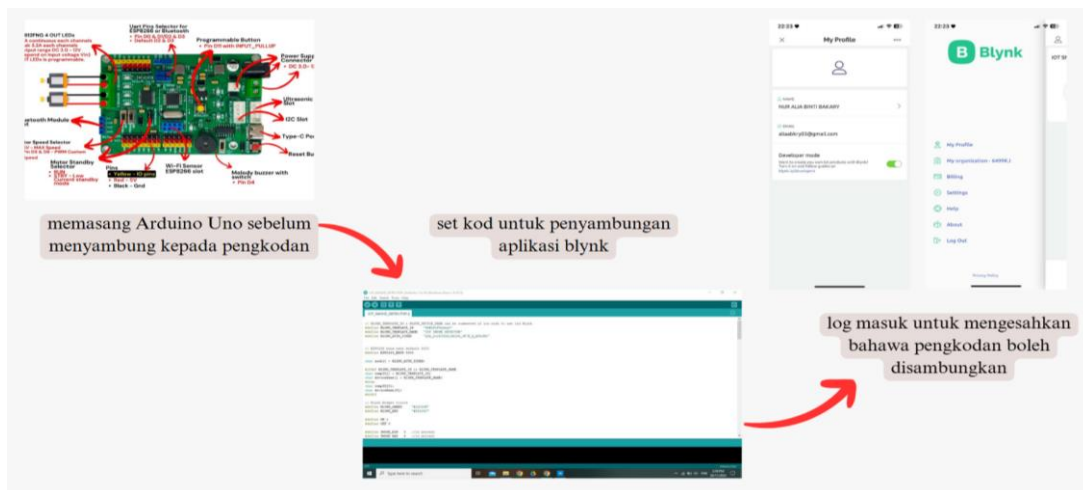
2. Metodologi

Objektif utama adalah untuk membangunkan satu sistem prototaip pengesanan asap tanpa wayar yang berasaskan teknologi Internet Pelbagai Benda (IPB), dan menilai penerimaan responden terhadap sistem yang dibangunkan dengan lebih sistematik. Oleh itu, terdapat dua fasa metodologi kajian iaitu pembangunan sistem prototaip dan penilaian pengguna.

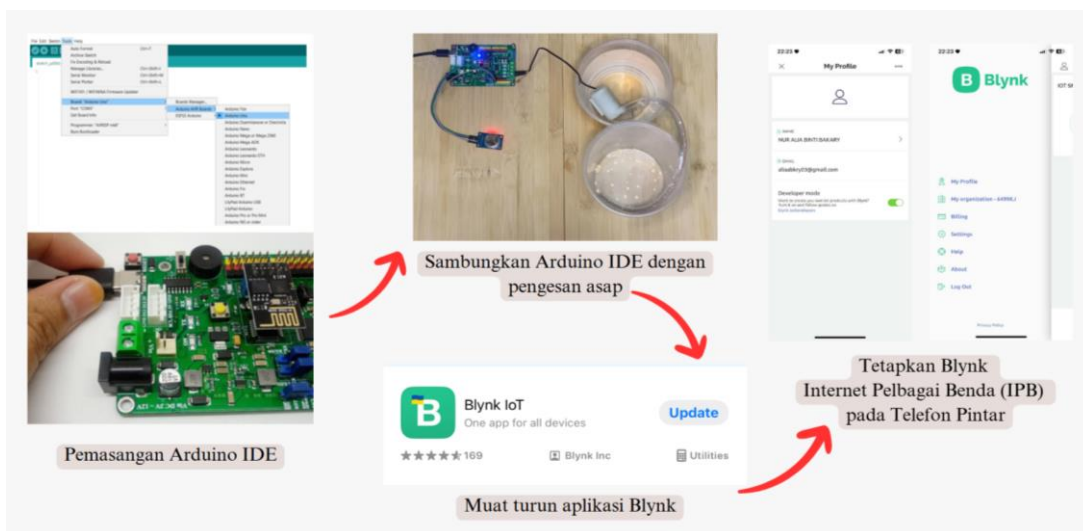
2.1 Pembangunan Prototaip Sistem Pengesanan Asap

Prototaip sistem pengesanan asap tanpa wayar ini telah dibangunkan melalui tiga langkah iaitu merekabentuk sistem (Rajah 1), membangunkan prototaip dan membangunkan sistem aplikasi mudah alih (Rajah 2) serta menguji tahap keberkesanan sistem (Rajah 3) tersebut.

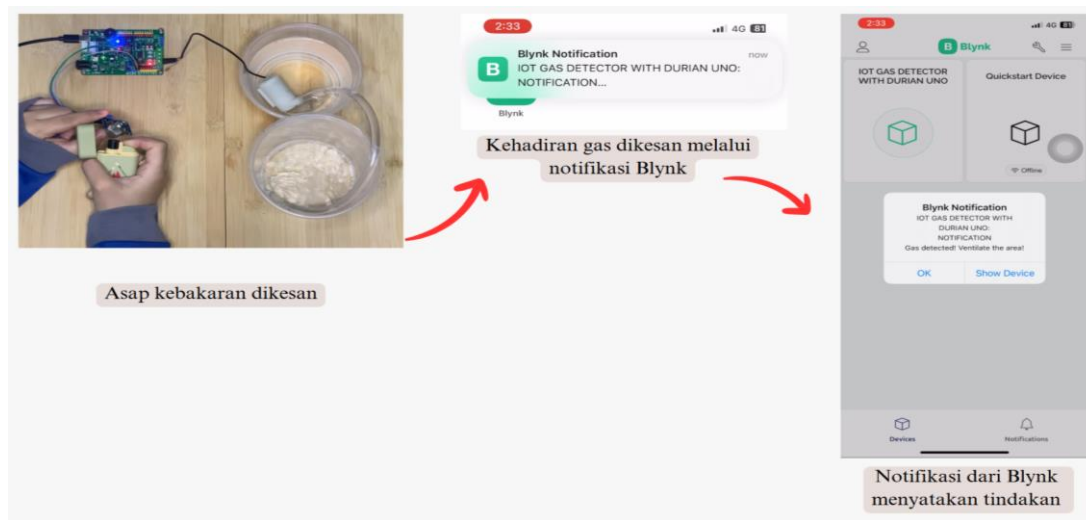
Prototaip sistem IPB telah dibangunkan dengan menggunakan papan Arduino Uno sebagai pengawal utama dan penerima asap. Arduino Uno mempunyai kelebihan sebagai pengawal mikro dan digabungkan dengan *wifi* ESP8266 kerana ianya bertindak sebagai sambungan tanpa wayar tetapi berkeupayaan untuk menyambung ke Internet dan berinteraksi dengan perkhidmatan dalam talian. Sistem ini kemudiannya akan disambungkan kepada aplikasi Blynk untuk memaparkan visual yang bersesuaian apabila sistem IPB tersebut dapat mengesan asap di kawasan yang diuji. Ini membolehkan pengguna memantau status sistem secara masa sebenar dan menerima amaran awal jika terdapat pengesanan asap oleh MQ2. Reka bentuk ini bertujuan untuk menghasilkan satu sistem yang mudah dibina semula, menggunakan kos yang efektif, serta sesuai untuk digunakan mengikut keperluan pengguna.



Rajah 1. Mereka bentuk sistem dan aplikasi atau peranti sebenar untuk prototaip



Rajah 2. Membangunkan ciri-ciri pengesan asap dan teknologi prototaip



Rajah 3. Pengujian alat pengesan asap pintar

2.2 Kaedah Pengumpulan Data

Untuk menilai kefahaman, kemudahan penggunaan, fungsi dan penerimaan sistem, satu soal selidik berstruktur telah diedarkan dan menggunakan Model Penerimaan Teknologi (TAM) untuk menilai sejauh mana pengguna merasakan sistem ini mudah digunakan, berguna, dan berpotensi untuk digunakan dalam kehidupan harian mereka (Davis, 1989; Jung et al., 2021). Soal selidik ini menggunakan skala Likert 5 mata iaitu sangat setuju (5), setuju (4), tidak pasti (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1). Soal selidik diedarkan kepada 50 orang responden yang terdiri daripada orang awam dan pelajar. Data kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengenal pasti corak maklum balas pengguna berdasarkan sistem yang dibangunkan dengan menggunakan excel dan mengambil kira nilai purata bagi setiap item.

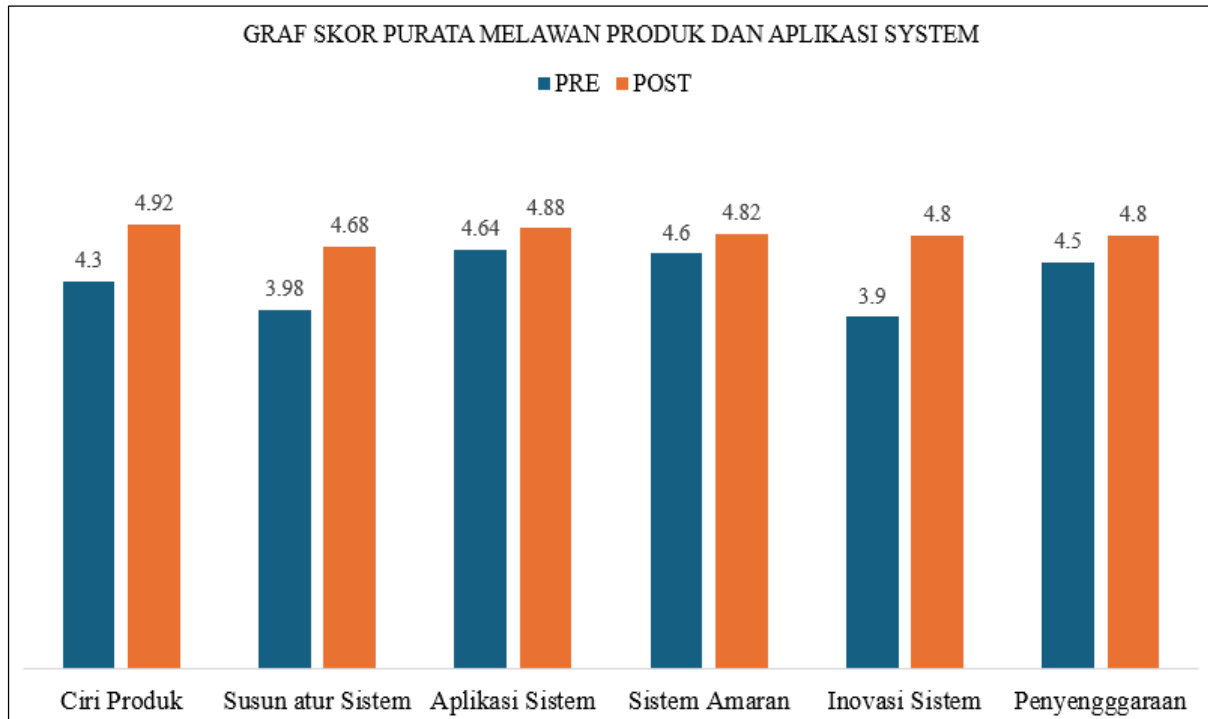
3. Keputusan

Keputusan soal selidik telah dianalisa dengan menggunakan skor purata bagi setiap item iaitu aspek tanggapan masyarakat, keluarga dan tempat kerja terhadap pengesan asap tanpa wayar melalui aplikasi sistem sebelum dan selepas penggunaan sistem (Rajah 4).

Berdasarkan hasil Analisa, aspek inovasi telah mencatatkan peningkatan tertinggi skor purata iaitu meningkat dari 3.9 kepada 4.8, diikuti pula oleh susun atur sistem, iaitu skor purata 3.98 kepada 4.68. Manakala skor putara aplikasi sistem meningkat dari 4.3 kepada 4.92. Peningkatan skor purata turut dicatatkan dalam sistem amaran iaitu 4.6 kepada 4.82, dan skor purata bagi aspek aplikasi sistem meningkat 4.64 kepada 4.88, serta ciri produk, skor purata meningkat dari 4.3 kepada 4.92.

Secara keseluruhan, keputusan menunjukkan bahawa peningkatan persepsi positif di kalangan masyarakat terhadap kegunaan, kemudahan penyelenggaraan, dan keberkesanan sistem pengesanan asap secara aplikasi sistem. Ini mengesahkan bahawa penggunaan sistem ini memberi kesan positif terhadap tahap penerimaan komuniti terhadap teknologi pengesan asap

moden dan harus digunakan dalam industri, terutamanya di kawasan yang mudah terbakar iaitu kawasan perumahan, kilang, dan premis-premis jualan.



Rajah 4. Graf Purata Sebelum dan Selepas Soal Selidik

4. Perbincangan

4.1 Tafsiran Keputusan

Keputusan kajian menunjukkan bahawa penggunaan prototaip sistem pengesan asap tanpa wayar (PIB) memberikan kesan positif terhadap penerimaan pengguna. Terutamanya dalam aspek inovasi dan susun atur sistem iaitu masing-masing meningkat dari 3.9 kepada 4.8 dan 3.98 kepada 4.68. Ini membuktikan bahawa pengguna menerima baik sistem yang direkabentuk berteraskan teknologi Internet Pelbagai Benda (IPB) ini. Dapatan ini menyokong bahawa sistem yang ringkas dan mudah dikendali adalah lebih praktikal berbanding sistem secara konvensional.

4.2 Perbandingan dan Kajian Terdahulu

Kajian ini sejajar dengan dapatan oleh Jadon et al. (2019) yang mendapati bahawa sistem pengesanan kebakaran berasaskan IoT dapat mengurangkan masa tindak balas melalui pengesanan awal secara masa nyata dan berkesan. Xu et al. (2022) pula turut mengesahkan keberkesanan sistem berasaskan penerima dan algoritma pintar dalam menambah baik pengesanan awal terhadap kebakaran. Dari sudut teori pula, penemuan ini sejajar dengan Model Penerimaan Teknologi (TAM) yang diperkenalkan oleh Davis (1989), yang menyatakan

bahawa persepsi terhadap kegunaan dan kemudahan penggunaan suatu teknologi mendorong pengguna untuk menerimanya. Jung et al. (2021) turut menambah bahawa faktor sosial dan kemudahan juga memperkuat niat tingkah laku untuk menggunakan teknologi rumah pintar secara berterusan.

4.3 Implikasi Kajian

Sistem yang dibangunkan ini membuktikan bahawa aplikasi pengesan asap tanpa wayar bukan sahaja meningkatkan kesedaran keselamatan kebakaran dalam komuniti, malah ianya mendorong perubahan pada tingkah laku kearah penggunaan teknologi pintar dengan lebih meluas. Implikasi praktikalnya ialah sistem ini berpotensi untuk diaplikasikan dalam pelbagai persekitaran termasuk kawasan perumahan padat, premis kecil, dan lokasi luar bandar yang kurang liputan sistem keselamatan tradisional. Rekabentuk yang mesra pengguna dan penyelenggaraan yang mudah turut menjadikannya pilihan praktikal, terutamanya bagi Kumpulan pengguna bukan teknikal (Jung et al., 2021).

4.4 Keterbatasan Kajian

Walaupun keputusan kajian ini menunjukkan trend yang positif, namun ianya dijalankan dalam skala kecil dan dalam persekitaran terkawal. Jumlah responden yang terhad serta tempoh penilaian yang singkat merupakan antara batasan utama. Selain itu, sistem diuji dalam jangka masa yang pendek dan belum diuji dalam situasi kecemasan sebenar atau persekitaran kompleks seperti bangunan bertingkat atau kawasan industri.

4.5 Cadangan Penyelidikan Masa Hadapan

Beberapa cadangan untuk penyelidikan lanjutan termasuk:

1. Ujian lapangan berskala besar bagi menilai prestasi sistem dalam persekitaran sebenar berisiko tinggi seperti rumah flat kos rendah dan kawasan perindustrian;
2. Kajian longitudinal untuk menilai penerimaan jangka panjang dan kestabilan sistem;
3. Integrasi teknologi tambahan seperti kecerdasan buatan (AI) dan sistem kamera untuk meningkatkan keupayaan klasifikasi asap dan tindak balas automatik;
4. Pembangunan sistem notifikasi bersepadu yang disambungkan terus kepada pihak bomba atau penyelamat setempat.

5. Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa aplikasi sistem pengesan asap tanpa wayar berasaskan Internet Pelbagai Benda (IPB) berupaya meningkatkan tahap penerimaan pengguna terhadap teknologi keselamatan kebakaran. Dapatan menunjukkan peningkatan signifikan dalam persepsi pengguna terhadap aspek inovasi, kemudahan penyelenggaraan, susun atur sistem, dan keberkesanan fungsi amaran. Ini membuktikan bahawa proptotaip yang direkabentuk dengan menekankan sistem fungsi, kemudahan penggunaan dan kebolehpercayaan mampu meningkatkan penerimaan teknologi keselamatan kebakaran dalam kalangan komuniti.

Sistem ini menunjukkan potensi sebagai alternatif kepada kos yang lebih efektif dan mudah dilaksanakan, kerana penggunaan komponen elektronik berskala rendah seperti Arduino Uno dan penerima MQ2, bersama platform Blynk. Sistem ini juga memudahkan pengguna, terutamanya di kawasan kediaman berisiko tinggi atau lokasi yang kurang akses kepada sistem amaran kebakaran konvensional.

Keputusan kajian turut menyokong Model Penerimaan Teknologi (TAM), yang menegaskan bahawa persepsi terhadap kegunaan dan kemudahan penggunaan secara langsung mempengaruhi niat tingkah laku pengguna. Implikasi ini penting dalam konteks kejuruteraan rekabentuk sistem pintar berasaskan pengguna yang semakin menjadi pendekatan utama dalam pembangunan teknologi keselamatan moden.

Bagi mengukuhkan keberkesanan sistem ini, dicadangkan penyelidikan menggunakan sistem sebenar untuk menilai prestasi, menguji integrasi dengan teknologi tambahan seperti kecerdasan buatan (AI), serta meneroka keupayaan untuk disambungkan secara automatik kepada agensi tindak balas kecemasan.

Pengakuan

Penyelidikan ini tidak menerima geran khusus daripada mana-mana agensi pembiayaan dalam sektor awam, komersial atau bukan untuk keuntungan.

References

- Astro Awani. (2023, April 16). *Kebakaran apartmen di Dubai: 16 maut, 9 cedera*. <https://www.astroawani.com>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Free Malaysia Today. (2023, March 30). *Empat beradik maut dalam kebakaran rumah di Muar*. <https://www.freemalaysiatoday.com>
- Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (2024). Laporan Tahunan 2024. <https://www.bomba.gov.my/wp-content/uploads/2025/06/Laporan-Tahunan-JBPM-2024.pdf>
- Jadon, A., Pandey, S., & Dubey, S. R. (2019). FireNet: A specialized lightweight fire & smoke detection model for real-time IoT applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(12), 7743–7752. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2935977>
- Jung, H., Park, J., & Yoo, C. (2021). User acceptance of smart home technologies in South Korea: An integration of TAM and TPB. *Sustainability*, 13(8), 4231. <https://doi.org/10.3390/su13084231>
- Xu, Y., He, S., & Luo, X. (2022). Real-time fire detection using surveillance video and AI-based algorithms. *Sensors*, 22(4), 1347. <https://doi.org/10.3390/s22041347>
- Venkatesh, K., Mahesh, M. M., & Ramesh, S. (2019). IoT based fire detection and alerting system with sensor fusion. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(6S), 995–999.
- Wan T. S A. R., Norliana S., Zailawati K. & Roshartini O.(2025). A Study on Fire Control Syatem Maintenance in Public University Hospital Buildings. *Research in Management of TEchnolgy and Business*. RMTB Vol. 6 No. 1 (2025) 411-424. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/download/19935/6252/116727>