

## Lintasan Pejalan Kaki Pintar Menggunakan Arduino

### *Smart Pedestrian Crossing Using Arduino*

**Mohamad Fikry Alif Amiruddin<sup>1</sup>, Eddy Irwan Shah Saadon<sup>2\*</sup>, Nurulhuda Ismail<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

<sup>2</sup> Microcontroller Technology for IoT (MTIT), Centre for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

<sup>3</sup> Wireless and Propagation (WaP), Faculty of Electrical and Electronic Engineering, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

\*Pengarang Utama: eddy@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2026.07.02.006>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 1 Mac 2026

Diterima: 1 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

#### Kata Kunci

Sistem lintasan pejalan kaki pintar, Arduino, penderia pergerakan (PIR), lampu isyarat, motor servo

#### Abstrak

Projek ini membangunkan satu sistem lintasan pejalan kaki pintar menggunakan teknologi Arduino bagi meningkatkan keselamatan pengguna jalan raya, khususnya di kawasan lintasan belang. Sistem ini direkabentuk untuk mengesan kehadiran pejalan kaki secara automatik menggunakan penderia pergerakan (PIR) dan seterusnya mengaktifkan lampu isyarat serta palang automatik yang dikawal oleh motor servo. Dengan adanya sistem ini, kenderaan akan diberi amaran untuk berhenti apabila pejalan kaki melintas, sekali gus mengurangkan risiko kemalangan. Projek ini menggunakan komponen elektronik utama seperti Arduino Uno, LED, motor servo, dan papan reka untuk membina prototaip sistem yang berfungsi secara automatik dan responsif. Hasil pengujian menunjukkan bahawa sistem ini mampu bertindak balas dengan pantas terhadap pergerakan pejalan kaki dan mengawal lalu lintas dengan lebih cekap. Secara keseluruhannya, sistem lintasan pejalan kaki pintar ini dapat meningkatkan keselamatan dan kelancaran trafik, terutama pada waktu puncak. Cadangan masa hadapan termasuk penggunaan sensor yang lebih canggih dan integrasi dengan sistem trafik bandar pintar.

#### Keywords

Smart pedestrian crossing system, Arduino, motion sensor (PIR), traffic light, servo motor

#### Abstract

This project develops a smart pedestrian crossing system using Arduino technology to enhance the safety of road users, particularly at zebra crossings. The system is designed to automatically detect the presence of pedestrians using a motion sensor (PIR) and subsequently activate traffic lights and an automatic barrier controlled by a servo motor. With this system in place, vehicles are alerted to stop when

*pedestrians are crossing, thereby reducing the risk of accidents. The project utilizes key electronic components such as the Arduino Uno, LEDs, servo motor, and breadboard to build a prototype that operates automatically and responsively. Testing results show that the system responds quickly to pedestrian movement and manages traffic more efficiently. Overall, this smart pedestrian crossing system improves both pedestrian safety and traffic flow, especially during peak hours. Future improvements include the use of more advanced sensors and integration with smart city traffic management systems.*

## 1. Pendahuluan

Keselamatan pejalan kaki di kawasan bandar kini menjadi cabaran utama dalam pembangunan bandar pintar. Kepadatan penduduk yang semakin meningkat serta aliran trafik yang kompleks telah menambah risiko baharu terhadap pengguna jalan raya. Menurut laporan Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO), pejalan kaki merangkumi 22% daripada jumlah kematian akibat kemalangan jalan raya di seluruh dunia, dengan kawasan bandar merekodkan kadar konflik antara kenderaan dan pejalan kaki yang jauh lebih tinggi [1]. Seiring kemajuan bandar, sistem lintasan konvensional didapati tidak lagi mencukupi untuk menangani cabaran mobiliti moden, termasuk aliran pejalan kaki-kenderaan, tingkah laku pengguna jalan yang sukar dijangka, serta keperluan akses yang inklusif [2,3].

Kerumitan rangkaian laluan pejalan kaki di bandar turut mempengaruhi corak kemalangan dan tahap keselamatan. Kajian terkini mendapati bahawa akses serta reka bentuk infrastruktur seperti jambatan pejalan kaki, laluan bawah tanah, dan lintasan jalan mempunyai kaitan langsung dengan keselamatan pejalan kaki [1]. Tambahan lagi, interaksi dinamik antara pejalan kaki dan kenderaan memerlukan strategi kawalan yang lebih pintar serta mampu menyesuaikan diri dengan keadaan semasa. Isyarat trafik berjadual tetap sering gagal memenuhi permintaan berbeza-beza, menyebabkan tempoh menunggu lebih lama, kecenderungan melintas secara tidak sah, dan akhirnya meningkatkan kadar kemalangan [4]. Sebagai langkah penyelesaian, sistem lintasan pintar muncul sebagai satu anjakan baharu dalam infrastruktur bandar. Dengan memanfaatkan teknologi penderiaan terkini, pemprosesan data masa nyata, dan algoritma kawalan yang adaptif, sistem ini mewujudkan lintasan yang lebih selamat dan responsif [5,6]. Namun, pelaksanaannya berdepan halangan besar seperti kos tinggi, keperluan infrastruktur rumit, isu privasi, serta risiko keselamatan siber [7,8].

Dalam konteks ini, platform mikropengawal berasaskan Arduino menawarkan penyelesaian kos efektif serta mudah diskalakan. Kelebihan dari segi kebolehcapaian, fleksibiliti, dan kos yang rendah menjadikan Arduino sesuai digunakan untuk membangunkan prototaip sistem kawalan trafik pintar di bandar [9,10]. Kajian terdahulu menunjukkan keberkesanan sistem pengesanan pejalan kaki berasaskan Arduino dengan menggunakan pelbagai sensor seperti PIR, ultrasonik, dan modul komunikasi Bluetooth [11]. Sistem ini memberikan kelebihan berbanding pendekatan tradisional termasuk penggunaan tenaga lebih cekap, pemasangan mudah, tindak balas pantas, serta kemampuan untuk diintegrasikan dengan infrastruktur sedia ada.

Selain itu, integrasi Arduino dengan teknologi penderiaan moden membolehkan pembangunan sistem pengesanan dan penjejakan pejalan kaki yang lebih canggih. Gabungan penglihatan komputer dengan pengkomputeran tepi dapat menghasilkan ramalan tingkah laku yang tepat, di samping mengekalkan privasi melalui pemprosesan tempatan [12,13]. Komunikasi kenderaan-ke-pejalan kaki (V2P) dan Internet Benda (IoT) turut memperluaskan potensi sistem dengan menghubungkan kenderaan, pejalan kaki, dan infrastruktur [14]. Bahkan, mekanisme fizikal seperti bollard automatik boleh diintegrasikan bagi meningkatkan perlindungan di kawasan lintasan [15].

Reka bentuk sistem lintasan pintar juga perlu memberi penekanan kepada aspek aksesibiliti dan inklusiviti. Hal ini termasuk penyediaan kemudahan untuk golongan berkeperluan khas seperti individu dengan masalah penglihatan, pendengaran atau fizikal. Arduino mampu diintegrasikan dengan teknologi bantuan seperti isyarat audio, maklum balas taktil, serta aplikasi mudah alih bagi memperkukuh ciri aksesibiliti [16]. Sifatnya yang boleh diprogram membolehkan sistem disesuaikan mengikut keperluan tempatan.

Kemajuan teknologi dalam miniaturisasi sensor, pengkomputeran tepi, dan komunikasi tanpa wayar telah meningkatkan lagi potensi sistem lintasan pintar berasaskan Arduino. Dengan penerapan algoritma pembelajaran mesin, analisis ramalan tingkah laku pejalan kaki serta pengoptimuman masa isyarat adaptif boleh dicapai [17]. Algoritma pengurusan trafik yang lebih maju seperti "maximum pressure" juga boleh digunakan untuk menambah baik prestasi persimpangan tanpa mengabaikan keselamatan pejalan kaki [18].

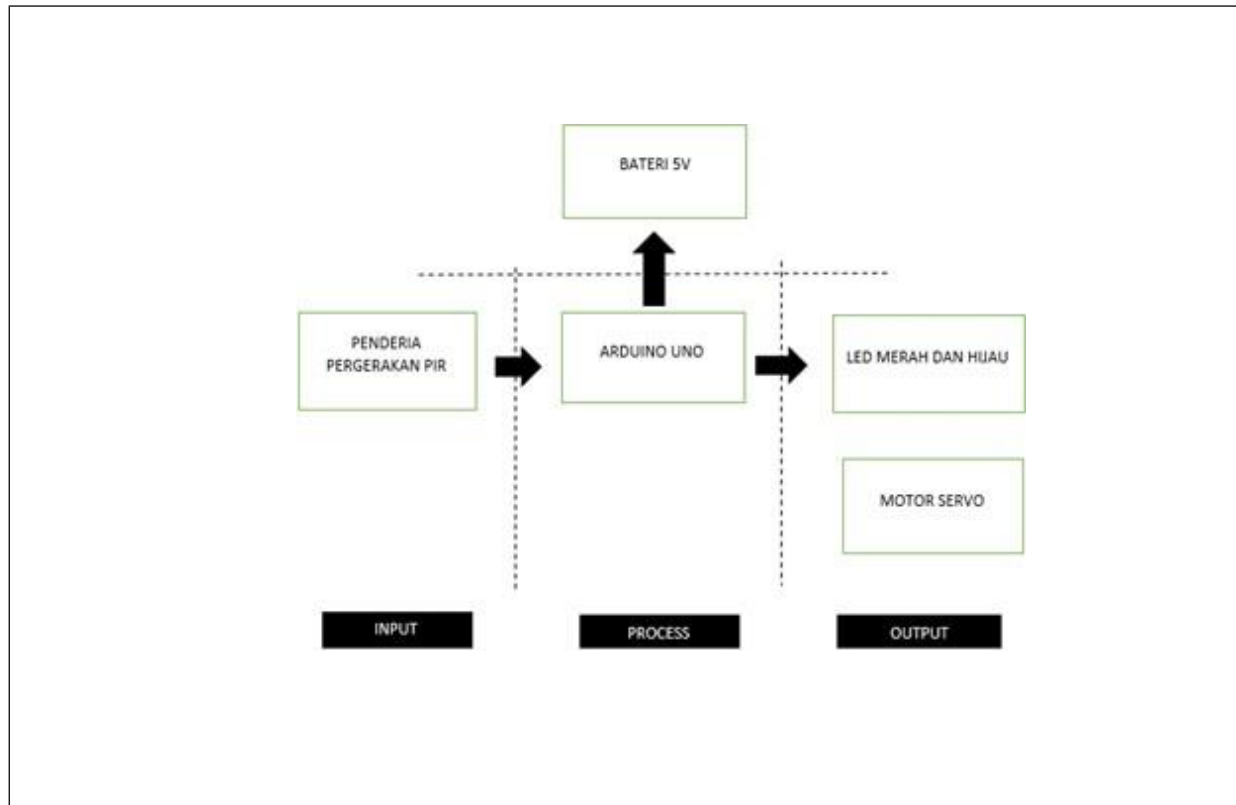
Secara keseluruhannya, artikel ini membincangkan potensi sistem lintasan pejalan kaki pintar berasaskan Arduino dari aspek reka bentuk, pelaksanaan dan arah masa depan. Melalui analisis teknologi semasa, kajian kes dan perbincangan mendalam, jelas bahawa penyelesaian berasaskan mikropengawal ini mampu menangani

cabaran keselamatan pejalan kaki di bandar, di samping menawarkan alternatif yang lebih murah, praktikal, dan mudah diskalakan berbanding sistem tradisional.

## 2. Bahan dan Metodologi

### 2.1 Gambar Rajah Blok Sistem

Rajah 1 menunjukkan gambar rajah blok aliran sistem lintasan pejalan kaki pintar yang terdiri daripada kemasukan proses dan keluaran. Penderia PIR bertindak sebagai input untuk mengesan pergerakan manusia, dan isyarat ini dihantar ke Arduino Uno sebagai unit pemproses. Arduino memproses data dan mengaktifkan keluaran iaitu LED merah dan hijau serta motor servo yang menurunkan palang automatik jika pejalan kaki dikesan. Keseluruhan sistem dikuasakan oleh bateri 5V, memastikan ia berfungsi secara automatik dan efisien bagi menjamin keselamatan pejalan kaki.

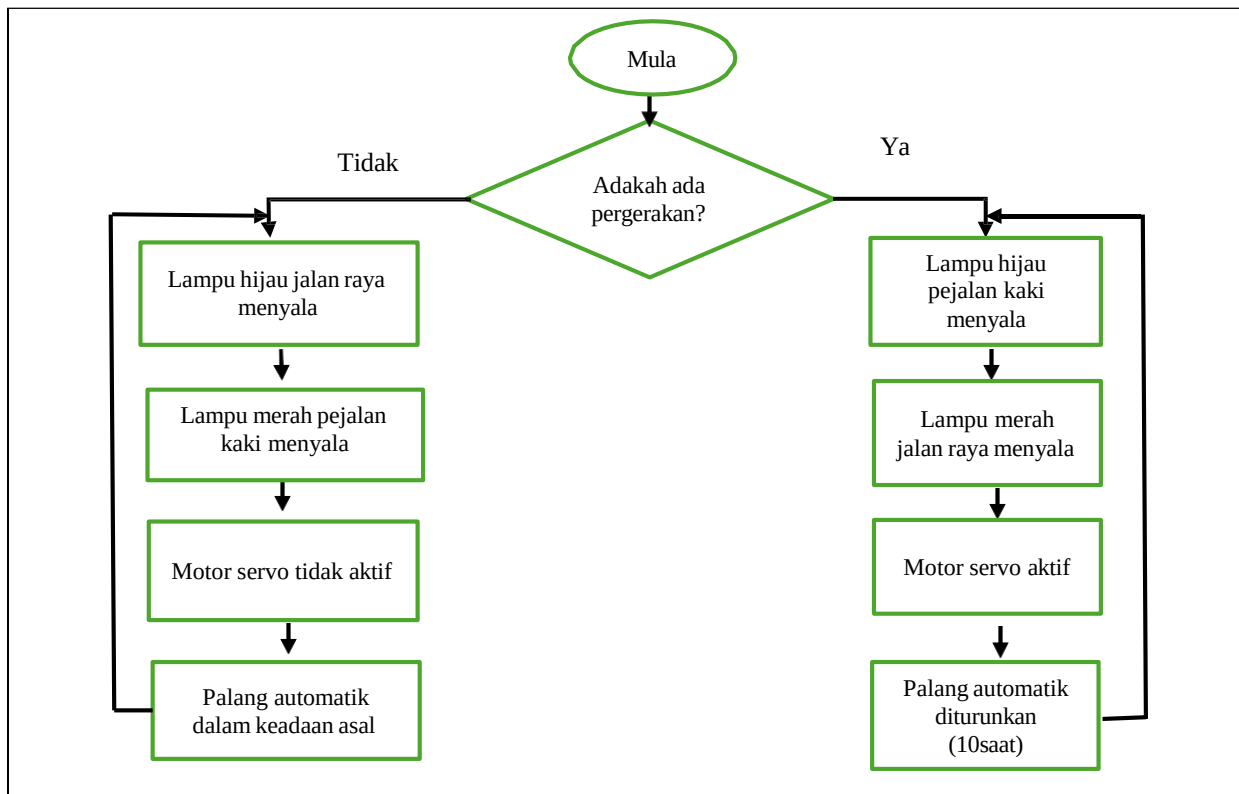


**Rajah 1** Gambarajah blok projek

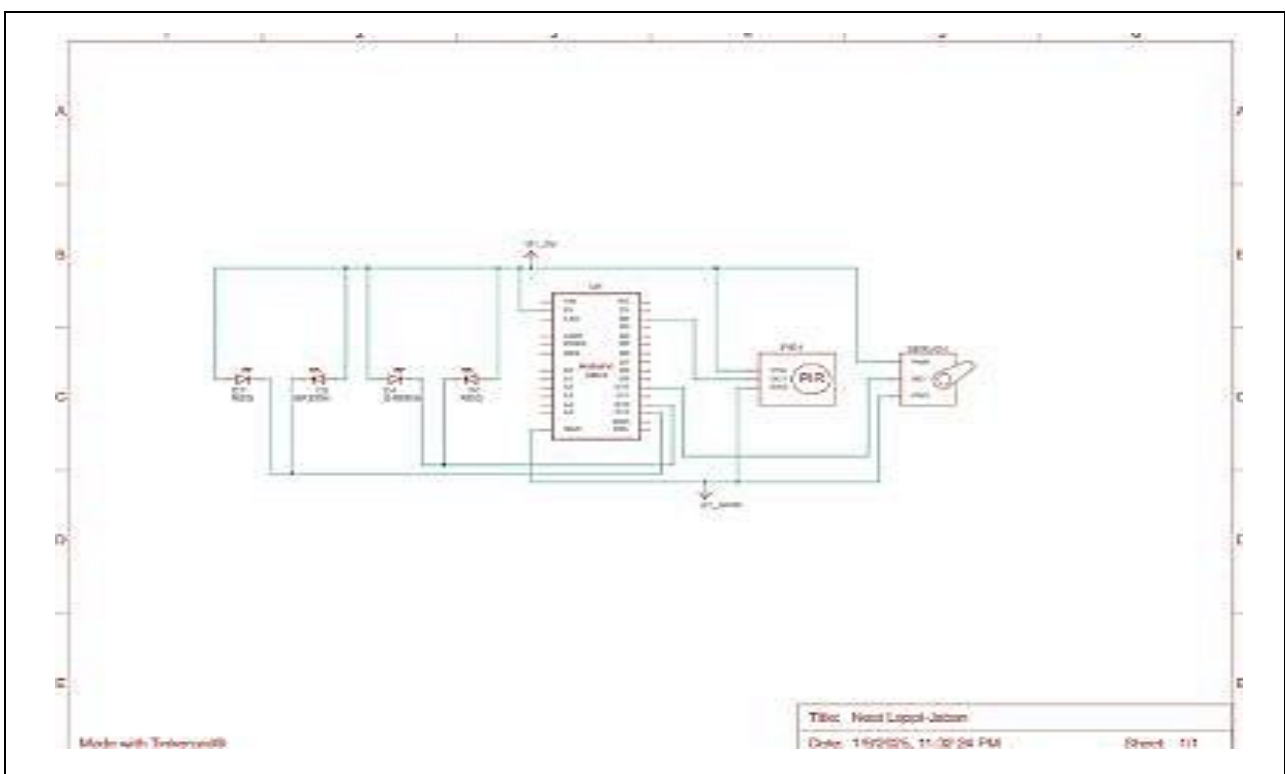
Kesemua komponen ini disambungkan melalui papan reka dan dikawal menggunakan pengaturcaraan dalam perisian Arduino IDE. Apabila pergerakan manusia dikesan, sistem akan mengaktifkan lampu hijau untuk pejalan kaki, lampu merah untuk kenderaan, dan palang akan diturunkan selama 10 saat bagi memastikan keselamatan. Sebaliknya, jika tiada pergerakan dikesan, lampu hijau untuk kenderaan akan menyala, dan palang kekal dalam keadaan asal. Logik keseluruhan operasi sistem digambarkan secara teratur melalui Rajah 2 carta alir yang memudahkan pemahaman aliran proses automasi.

### 2.2 Litar Skematik

Litar ini dimulakan dengan bekalan kuasa 5V (VCC) yang membekalkan voltan kepada keseluruhan sistem melalui papan Arduino Uno. Sambungan GND (bumi) digunakan untuk melengkapkan litar dan memastikan kestabilan operasi. Penderia PIR disambungkan pada pin kemasukan digital Arduino contohnya pin 2, yang berfungsi untuk mengesan pergerakan manusia dan menghantar isyarat logik kepada Arduino. Seterusnya, Arduino memproses isyarat ini dan mengawal lampu LED merah dan hijau yang disambungkan ke pin keluaran digital contohnya pin 12 hingga 13, sebagai petunjuk status laluan hijau untuk selamat dan merah untuk berhenti. Dalam masa yang sama, motor servo disambungkan ke pin keluaran contohnya pin 10, yang akan diaktifkan untuk menurunkan atau menaikkan palang automatik apabila diperlukan. Semua komponen dikawal sepenuhnya oleh logik pengaturcaraan Arduino, menjadikan sistem ini bertindak balas secara automatik terhadap kehadiran pejalan kaki. Rajah 3 menunjukkan sambungan litar skematik projek ini.



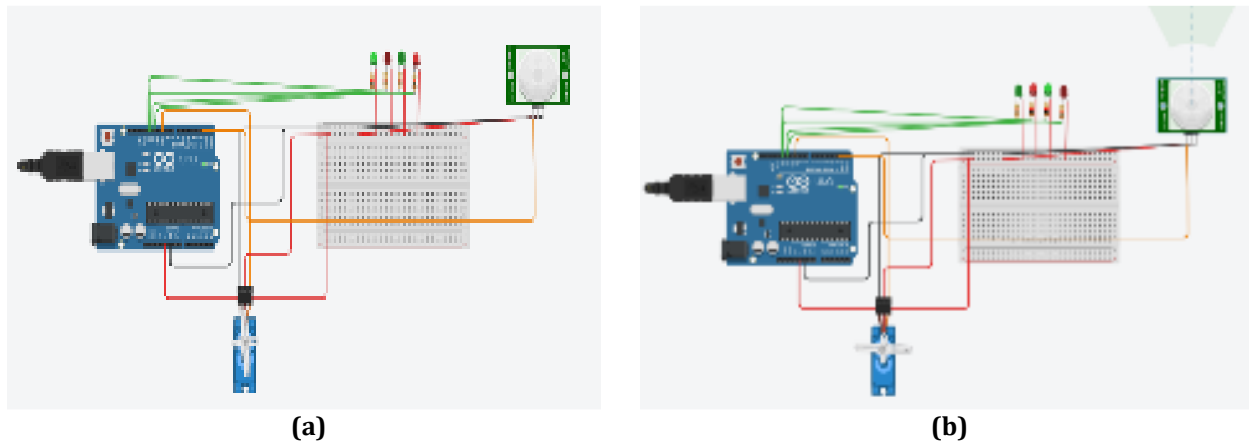
Rajah 2 Carta alir projek



Rajah 3 Perincian litar skematik sistem

## 2.3 Simulasi

Rajah 4 menunjukkan simulasi sistem ini yang dijalankan dalam satu bahagian yang sama. Sistem diuji menggunakan platform Tinkercad, dimana penderia diberikan input secara maya untuk perubahan LED hijau dan merah serta pergerakan motor servo.



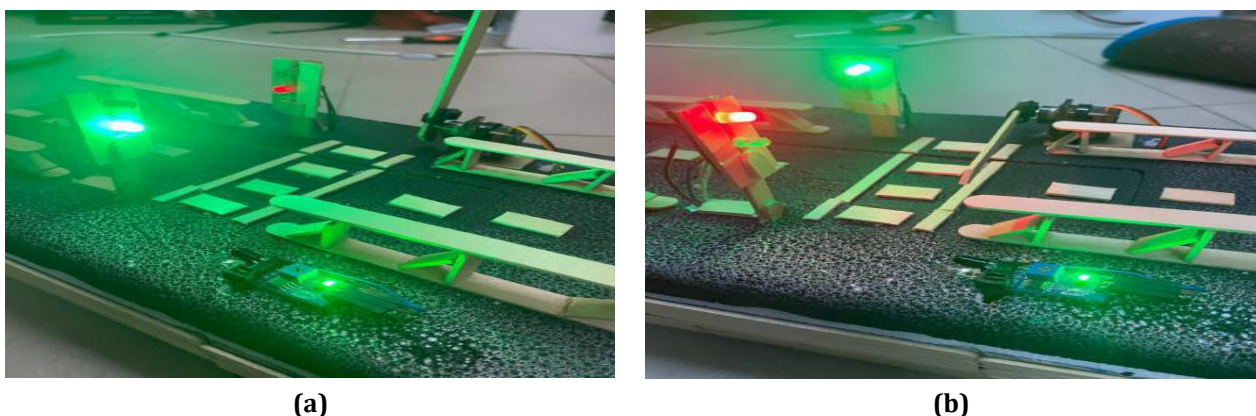
**Rajah 4** (a) Simulasi apabila penderia tidak mengesan pergerakan; (b) Simulasi apabila penderia mengesan pergerakan dan perubahan pada led merah hijau serta motor servo

## 3. Keputusan dan Perbincangan

Sistem lintasan pejalan kaki pintar ini beroperasi sepenuhnya secara automatik tanpa memerlukan kawalan manual, dengan setiap komponen bertindak mengikut logik yang ditetapkan. Sensor berfungsi mengesan pergerakan pejalan kaki dalam lingkungan 6 hingga 8 cm dengan ketepatan tinggi, dan apabila pergerakan dikesan, LED merah akan menyala sebagai amaran kepada kenderaan untuk berhenti, manakala motor servo diaktifkan untuk menurunkan palang automatik. Jika tiada pergerakan dikesan, LED hijau akan menyala menandakan laluan selamat untuk kenderaan. Keseluruhan sistem memastikan tindak balas yang tepat dan pantas, sekaligus meningkatkan keselamatan pejalan kaki di kawasan lintasan.

### 3.1 Keputusan

Rajah 5 menunjukkan prototaip diujikaji kebolehfungsian dan diambil keputusan untuk dimasukkan di dalam jadual.



**Rajah 5** (a) Gambarajah menunjukkan penderia tidak mengesan sebarang pergerakan; (b) Gambarajah menunjukkan penderia mengesan pergerakan dan motor servo bergerak serta perubahan pada led hijau dan merah

Jadual 1 menunjukkan hasil keputusan daripada ujikaji yang telah dilakukan. Sistem berfungsi mengikut apa yang telah ditetapkan dimana penderia pergerakan mengesan pergerakan dalam jarak lingkungan kurang 6-8 cm. Penderia pergerakan tidak mengesan pergerakan pada jarak lebih dari 10 cm. Perubahan LED merah dan hijau pada laluan pejalan kaki dan jalan raya serta pergerakan palang berfungsi secara automatik seperti mana yang ditetapkan di dalam kod.

**Jadual 1 Keputusan pengujian sistem**

| Nilai Bacaan Penderia Pergerakan (cm) | Hasil        | Led Merah Pejalan Kaki/Jalan Raya | Led Hijau Pejalan Kaki/Jalan Raya |
|---------------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $\geq 6$                              | Palang tutup | Tidak menyala/menyala             | Menyala/tidak menyala             |
| $\geq 7$                              | Palang tutup | Tidak menyala/menyala             | Menyala/tidak menyala             |
| $\leq 8$                              | Palang tutup | Tidak menyala/menyala             | Menyala /tidak menyala            |
| $\leq 10$                             | Palang buka  | Menyala/tidak menyala             | Tidak menyala/menyala             |

### 3.2 Perbincangan

Hasil daripada pembangunan dan pengujian prototaip sistem lintasan pejalan kaki pintar ini menunjukkan bahawa sistem berfungsi dengan baik dan memberikan tindak balas yang tepat terhadap pergerakan pejalan kaki. Penderia yang digunakan berjaya mengesan pergerakan dalam lingkungan jarak yang ditetapkan, dan isyarat dihantar dengan berkesan kepada Arduino untuk diproses. Bacaan penderia adalah konsisten dan mampu mengaktifkan LED serta motor servo tanpa sebarang kelewatan yang ketara. LED merah dan hijau menyala mengikut logik yang ditetapkan, hijau apabila laluan selamat, dan merah apabila pejalan kaki dikesan. Begitu juga, motor servo berfungsi dengan lancar untuk menurunkan dan menaikkan palang secara automatik, menjadikan keseluruhan sistem responsif dan boleh dipercayai.

Proses pembangunan projek juga berjalan dengan lancar, bermula daripada reka bentuk litar, penulisan kod pengaturcaraan, hinggalah ke fasa pengujian sistem. Setiap komponen elektronik seperti Arduino Uno, breadboard, LED, dan motor servo dapat diintegrasikan dengan baik tanpa berlaku gangguan sistem atau ralat operasi. Pengujian sistem menunjukkan bahawa aliran kerja projek adalah stabil dan memenuhi objektif utama iaitu meningkatkan keselamatan pejalan kaki melalui sistem automatik. Walaupun sistem ini masih dalam bentuk prototaip, ia membuktikan potensi besar untuk diaplikasikan di kawasan sebenar dengan sedikit penambahbaikan dari aspek ketahanan, ketepatan sensor, dan integrasi dengan sistem pintar sedia ada.

### 4. Kesimpulan

Projek Lintasan Pejalan Kaki Pintar berjaya menghasilkan sistem automatik yang meningkatkan keselamatan pejalan kaki dengan mengesan kehadiran secara masa nyata menggunakan penderia, serta mengawal lampu isyarat dan palang automatik melalui Arduino. Sistem ini bukan sahaja mengurangkan risiko kemalangan, tetapi juga membantu melancarkan aliran trafik tanpa gangguan manual. Reka bentuk yang praktikal memastikan ia sesuai digunakan di kawasan sibuk dengan tahap keselamatan yang lebih baik. Untuk penambahbaikan masa hadapan, sistem boleh dipertingkat dengan penggunaan komponen yang lebih canggih seperti kamera inframerah bagi pengesanan dalam pelbagai keadaan cuaca dan waktu malam. Selain itu, integrasi dengan sistem trafik bandar dan teknologi kenderaan pintar boleh meningkatkan keberkesanan keseluruhan. Kajian lanjut juga disarankan untuk mengurangkan kos pembuatan dan memastikan sistem ini sesuai digunakan di kawasan luar bandar yang mempunyai sumber terhad.

### Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas kemudahan yang telah disediakan dan sokongannya.

### 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 Fikry Alif Amiruddin, Eddy Irwan Shah Saadon; **pengumpulan data:** Mohamad Fikry Alif Amiruddin; **analisis dan interpretasi hasil:** Mohamad Fikry Alif Amiruddin, Eddy Irwan Shah Saadon, Nurulhuda Ismail; **penyediaan draf manuskrip:** Mohamad Fikry Alif Amiruddin, Eddy Irwan Shah Saadon, Nurulhuda Ismail. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.



## Rujukan

- [1] M. Zhu, N. N. Sze, S. Newnam, and D. Zhu, "Do footbridge and underpass improve pedestrian safety? A Hong Kong case study using three-dimensional digital map of pedestrian network," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 186, p. 107064, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.aap.2023.107064.
- [2] Y. Zhang, R. Su, K. Gao, and Y. Zhang, "A pedestrian hopping model and traffic light scheduling for pedestrian-vehicle mixed-flow networks," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 19, no. 12, pp. 3914–3924, Dec. 2018, doi: 10.1109/TITS.2018.2852646.
- [3] M. Golchoubian, M. Ghafurian, K. Dautenhahn, and N. L. Azad, "Pedestrian Trajectory Prediction in Pedestrian-Vehicle Mixed Environments: A Systematic Review," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 24, no. 11, pp. 11544–11567, Nov. 2023, doi: 10.1109/TITS.2023.3291196.
- [4] D. Tan, M. Younis, W. Lalouani, S. Fan, and G. Song, "A novel pedestrian road crossing simulator for dynamic traffic light scheduling systems," *J. Intell. Transp. Syst.*, vol. 28, no. 5, pp. 636–650, 2023, doi: 10.1080/15472450.2023.2186229.
- [5] W. K. Saad, Y. Hashim, and W. A. Jabbar, "Design and Implementation of Portable Smart Wireless Pedestrian Crossing Control System," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 106109–106120, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3000014.
- [6] G. M. Rabbani *et al.*, "Enhancing Pedestrian Safety and Urban Mobility through IoT-Based Smart Pedestrian Crossings," in *Proc. Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Eng. (ECCE)*, Chittagong, Bangladesh, 2025, pp. 1–6, doi: 10.1109/ECCE64574.2025.11013514.
- [7] P. Oza, M. Foruhandeh, R. Gerdes, and T. Chantem, "Secure Traffic Lights: Replay Attack Detection for Model-based Smart Traffic Controllers," *arXiv preprint arXiv:2003.04244*, 2020, doi: 10.48550/arXiv.2003.04244.
- [8] K. An, S. W. Lee, Y. J. Jeong, and D. Seo, "Pedestrian-Safe Smart Crossing System Based on IoT with Object Tracking," in *Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing (Lecture Notes in Electrical Engineering)*, vol. 474, J. Park, V. Loia, G. Yi, and Y. Sung, Eds. Singapore: Springer, 2018, pp. 1221–1227, doi: 10.1007/978-981-10-7605-3\_147.
- [9] Z. Mumtaz, Z. Ilyas, A. Sohaib, S. Ullah, and H. A. Madni, "Design and Implementation of User-Friendly and Low-Cost Multiple-Application System for Smart City Using Microcontrollers," *arXiv preprint arXiv:2010.07016*, 2020, Available: <https://arxiv.org/abs/2010.07016>.
- [10] P. C. Srivastava, K. Srivastava, A. Dixit, A. Singh, and A. Singh, "Arduino-Powered Traffic Density Monitoring and Control," in *Proc. 3rd Int. Conf. Adv. Electron. Commun. Eng. (AECE)*, Ghaziabad, India, 2023, pp. 1024–1027, doi: 10.1109/AECE59614.2023.10428365.
- [11] S. M. Kumar, S. Prabagar, E. G. Reddy, N. Latha, and S. Chandramohan, "Securing Pedestrian Crosswalks in Smart Cities: An Embedded Vision System for Pedestrian Detection and Safety Enhancement," in *Proc. 2nd Int. Conf. Smart Technol. Smart Nation (SmartTechCon)*, Singapore, 2023, pp. 1007–1012, doi: 10.1109/SmartTechCon57526.2023.10391796.
- [12] H. Cheng, "Intelligent Pedestrian Crossing System at Urban Intersection based on Machine Vision Intelligent Recognition System," in *Proc. Int. Conf. Integrated Circuits Commun. Syst. (ICICACS)*, Raichur, India, 2024, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICICACS60521.2024.10498559.
- [13] W. C. Tchuitcheu, C. Bobda, and M. J. H. Pantho, "Internet of Smart-Cameras for Traffic Lights Optimization in Smart Cities," *arXiv preprint arXiv:2002.05410*, 2020, doi: 10.48550/arXiv.2002.05410.
- [14] S. Srinivasan, R. Raman, C. B. Thacker, and A. Shrivastava, "Smart Crosswalk Management with Vehicle-to-Pedestrian Communication," in *Proc. Int. Conf. Sustainable Comput. Networks Appl. (ICSCNA)*, Theni, India, 2023, pp. 992–997, doi: 10.1109/ICSCNA58489.2023.10370389.
- [15] S. Shukla, S. Kumar, A. Kumar, and V. Srivastawa, "Pedestrian Safety Management System Using Automatically Retractable Bollards," in *Proc. 3rd Int. Conf. Innov. Sustainable Comput. Technol. (CISCT)*, Dehradun, India, 2023, pp. 1–6, doi: 10.1109/CISCT57197.2023.10351438.
- [16] S. Umamaheswari, S. Pranesh, N. Arun, and R. Sohiththarun, "Advanced Intelligent Pedestrian Crossing System," in *Proc. Int. Conf. Emerging Smart Comput. Informatics (ESCI)*, Pune, India, 2025, pp. 1–5, doi: 10.1109/ESCI63694.2025.10988159.
- [17] H. Liu, V. V. Gayah, and M. Levin, "A Max Pressure Algorithm for Traffic Signals Considering Pedestrian Queues," *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 169, p. 104865, 2024, doi: 10.1016/j.trc.2024.104865.
- [18] World Health Organization, *Global Status Report on Road Safety 2023*. Geneva, Switzerland: WHO Press, 2023.