

Penjaga Bungkus Pinter

Smart Parcel Keeper

Dayang Siti Zulaiqka Mohd Hijrah¹, Nur Azwana Roslan¹, Nur Filzah Muhammad¹, Ghazali Kadis^{1,2*}, Nurmina Abdullah^{1,2}

¹ Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

² Sustainable Product Development (S-ProuD), Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia,
Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: ghazali@uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2025.06.04.037>

Maklumat Artikel

Diserah: 01 September 2025
Diterima: 15 Oktober 2025
Diterbitkan: 01 Disember 2025

Kata Kunci

Pembelian Dalam Talian,
Penghantaran Bungkus,
Keselamatan, Smart Parcel Keeper,
One-Way Insert, COD, Aplikasi
Kawalan Jauh

Abstrak

Pembelian dalam talian semakin popular dan telah menyebabkan peningkatan ketara dalam jumlah penghantaran bungkus. Namun, masalah seperti kerosakan dan kecurian bungkus daripada kotak penyimpanan tradisional yang tidak berkunci masih kerap berlaku. Di samping itu, penerima sering menghadapi kesulitan apabila tidak dapat keluar untuk menerima bungkus, khususnya bagi perkhidmatan tunai semasa penghantaran (COD). Kajian ini membangunkan prototaip *Smart Parcel Keeper* yang direka untuk meningkatkan keselamatan dan kemudahan penyimpanan bungkus. Prototaip ini dilengkapi dengan mekanisme sisipan sehalu (*One-Way Insert*) bagi menghalang kecurian, serta slot khusus untuk pembayaran COD yang dikawal melalui aplikasi mudah alih. Aplikasi ini membolehkan pemilik memberi kebenaran kepada penghantar untuk membuka kotak dari jauh. Ujian fungsi menunjukkan bahawa sistem ini beroperasi dengan baik dalam julat kawalan sehingga 20-meter dan berjaya mencegah pengeluaran bungkus secara tidak sah. Keputusan ini membuktikan keberkesanan *Smart Parcel Keeper* dalam meningkatkan keselamatan bungkus dan memberikan kemudahan kepada pengguna. Kajian seterusnya dicadangkan untuk menyepadukan sistem ini ke dalam rangkaian penghantaran sedia ada bagi aplikasi berskala lebih besar.

Keywords

Online Shopping, Parcel Delivery,
Security, Smart Parcel Keeper, One-
Way Insert, Cash on Delivery, Remote
Control Application

Abstract

Online shopping has become increasingly popular, resulting in a significant rise in parcel deliveries. However, issues such as parcel damage and theft from traditional unlocked storage boxes remain prevalent. In addition, recipients often face inconvenience when unable to collect parcels in person, particularly for cash-on-delivery (COD) services. This study presents the development of a Smart Parcel Keeper prototype designed to enhance parcel security and user convenience. The prototype features a One-Way Insert mechanism to prevent theft and a dedicated COD payment slot controlled via a mobile application. The application allows the owner to remotely grant access to delivery

personnel for opening the box. Functional testing demonstrated that the system operates effectively within a 20-meter control range and successfully prevents unauthorized parcel removal. These results confirm the capability of the Smart Parcel Keeper to improve parcel safety and delivery efficiency. Future work will explore integration of this technology into existing parcel delivery networks for broader implementation.

1. Pendahuluan

Pembelian atas talian kini telah menjadi amalan biasa dalam kalangan pengguna di seluruh dunia termasuk di Malaysia. Pertumbuhan pesat e-dagang telah menyebabkan peningkatan ketara dalam jumlah penghantaran bungkusan ke kawasan kediaman [1]. Walaupun trend ini memberikan kemudahan, ia turut menimbulkan cabaran seperti kecurian bungkusan, kerosakan akibat cuaca, serta isu keselamatan apabila bungkusan diletakkan di lokasi yang terdedah [2], [3].

Di Malaysia, kes kecurian bungkusan yang diletakkan di hadapan rumah dilaporkan semakin meningkat selari dengan pertambahan pembelian atas talian [4]. Kaedah pembayaran tunai semasa penghantaran (Cash on Delivery, COD) pula menambah kerumitan kerana penerima perlu berada di rumah untuk membuat bayaran, sekali gus menyukarkan penghantaran sekiranya penerima tiada [5]. Oleh itu, keperluan terhadap sistem penyimpanan bungkusan yang selamat dan mesra pengguna semakin mendesak [6].

Pelbagai kajian telah memperkenalkan teknologi kotak bungkusan pintar yang dilengkapi dengan ciri keselamatan seperti kunci elektronik, pemantauan masa nyata dan pengesahan pengguna melalui aplikasi mudah alih [7], [8], [9]. Namun begitu, kebanyakan produk sedia ada masih terhad dari segi integrasi fungsi COD dan keupayaan kawalan jauh yang menyeluruh [10], [11]. Berdasarkan jurang ini, kajian ini membangunkan *Smart Parcel Keeper*, iaitu prototaip peti bungkusan pintar yang menggabungkan mekanisme *one-way insert* bagi mengelakkan kecurian serta ruang khas untuk bayaran COD yang dikawal melalui aplikasi mudah alih.

Objektif projek ini adalah untuk:

- Merekabentuk dan membangunkan prototaip *Smart Parcel Keeper* yang menawarkan keselamatan lebih baik berbanding peti bungkusan tradisional.
- Menguji keberkesanan mekanisme keselamatan seperti kunci solenoid dan kawalan jauh menggunakan mikropengawal ESP32.
- Menilai kebolehgunaan sistem dalam senario penghantaran bungkusan sebenar termasuk transaksi COD.

Skop kajian tertumpu kepada pembangunan sistem mekanikal dan elektronik berasaskan mikropengawal ESP32, aplikasi Blynk, serta ujian kefungsiian seperti jarak kawalan dan keupayaan mekanisme *one-way insert*.

1.1 Kajian Literatur

Kajian literatur ini memberi tumpuan kepada pembangunan sistem kotak bungkusan pintar (*smart parcel box*) sebagai penyelesaian kepada isu keselamatan dan kemudahan penghantaran bungkusan. Peningkatan pesat e-dagang telah menyebabkan jumlah penghantaran bungkusan meningkat, sekali gus meningkatkan risiko kecurian dan kerosakan bungkusan yang ditinggalkan di kawasan terbuka [2]. Dalam konteks ini, pelbagai kajian telah menumpukan kepada pembangunan kotak bungkusan yang lebih selamat dan efisien.

Kotak bungkusan pintar direka bentuk dengan mekanisme penguncian elektronik yang boleh dikawal dari jauh melalui sambungan Internet, bagi memastikan bungkusan kekal selamat sehingga diambil oleh penerima [3], [4]. Sebagai contoh, Nonthaputha et al. [6] membangunkan kotak bungkusan berasaskan Arduino yang dilengkapi sistem pemantauan masa nyata, manakala Tahyuddin et al. [5] menekankan keupayaan pengesanan dan pemberitahuan ketibaan bungkusan melalui aplikasi mudah alih. Kajian lain oleh Mokhsin et al. [5] memperkenalkan ParcelRestBox berasaskan IoT yang menyokong ciri pemantauan jarak jauh dan keselamatan tambahan.

Selain aspek pemantauan, integrasi kaedah pembayaran secara tunai semasa penghantaran (Cash on Delivery – COD) juga mendapat perhatian. Sistem COD meningkatkan kepercayaan pengguna kerana pembayaran hanya dibuat setelah bungkusan diterima [2]. Ciri keselamatan tambahan seperti pengesahan biometrik dan kunci digital berasaskan Arduino turut digunakan untuk mengawal akses kepada kotak, sekali gus mengurangkan risiko penipuan [7], [8].

Beberapa penyelidikan lain menumpukan kepada lokasi dan kecekapan penggunaan kotak bungkusan pintar dalam persekitaran bandar. Ottaviani et al. [12] serta Ding et al. [13] membincangkan isu pepadanan permintaan dan penawaran peti loker bungkusan di kawasan perumahan, menunjukkan keperluan analisis kejuruteraan untuk memastikan keberkesanan operasi.

Berdasarkan kajian-kajian terdahulu, dapat disimpulkan bahawa kotak bungkusan pintar memberikan kelebihan dari segi keselamatan, kemudahan, dan keberkesanan operasi penghantaran. Namun begitu, kebanyakan kajian menumpukan kepada fungsi pemantauan dan penguncian, sedangkan integrasi penuh ciri COD

yang selamat dan mesra pengguna masih terhad. Oleh itu, penyelidikan ini bertujuan membangunkan *Smart Parcel Keeper* dengan mekanisme sisipan sehalu (*one-way insert*) dan sistem COD yang boleh dikawal melalui aplikasi, sekali gus menutup jurang penyelidikan sedia ada.

2. Metodologi

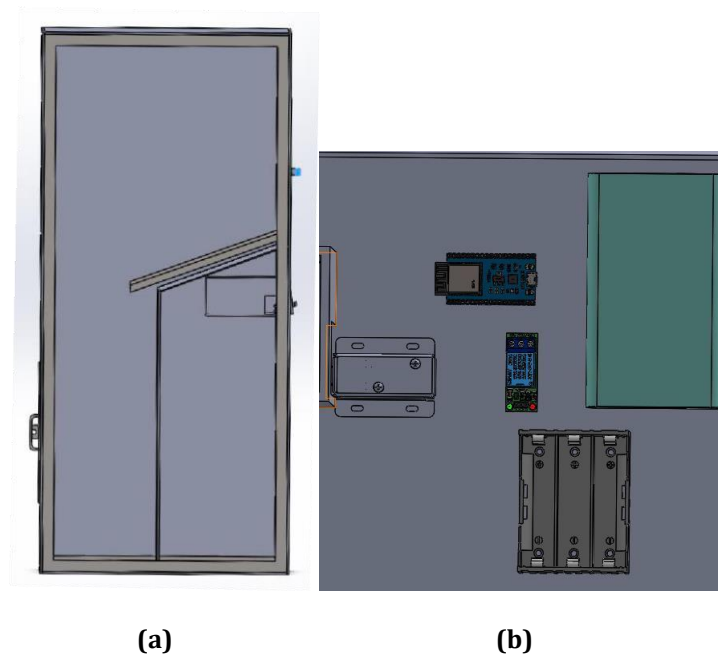
Bahagian ini menerangkan konsep reka bentuk, pemilihan bahan, pembangunan sistem kawalan dan prosedur uji kaji bagi projek *Smart Parcel Keeper* (SPK).

2.1 Konsep Reka Bentuk

Reka bentuk awal *Smart Parcel Keeper* menggabungkan elemen keselamatan dan kemudahan penerimaan bungkusan. Pintu utama menggunakan mekanisme *one-way insert* yang membolehkan bungkusan dimasukkan tetapi menghalang pengeluaran dari luar, seterusnya meningkatkan keselamatan seperti Rajah 1(a). Reka bentuk ini bukan sahaja memudahkan proses penyimpanan bungkusan, malah mengurangkan risiko akses tidak sah dari luar.

Di dalam laci tunai COD, seperti ditunjukkan dalam Rajah 1(b), dipasang kunci solenoid yang dikawal secara elektronik bagi memastikan keselamatan wang bayaran COD. Sistem ini menjamin hanya pemilik mempunyai kebenaran untuk membuka laci melalui kawalan jauh. Bahagian belakang kotak turut dilengkapi kunci gembok pin sebagai lapisan keselamatan tambahan, memastikan hanya pemilik dengan kunci yang sepadan dapat membuka bahagian tersebut. Secara keseluruhan, *Smart Parcel Keeper* bukan sahaja menawarkan perlindungan maksimum terhadap bungkusan yang disimpan, tetapi juga menyediakan kemudahan akses yang mudah dan selamat kepada pemilik.

Proses pemilihan reka bentuk akhir melibatkan perbandingan beberapa lakaran konsep, pemilihan sistem kunci, serta pengesahan kesesuaian komponen berdasarkan kekuatan mekanikal dan kemudahan pemasangan.



Rajah 1 Reka bentuk *Smart Parcel Keeper* (a) pintu utama menggunakan mekanisme *one-way insert* (b) laci tunai COD

2.2 Pemilihan Bahan dan Komponen

Pemilihan bahan merupakan langkah penting dalam proses pembangunan *Smart Parcel Keeper* kerana ia menentukan tahap ketahanan, keselamatan, dan fungsi keseluruhan produk. Bahan yang dipilih perlu mempunyai kekuatan mekanikal yang mencukupi, tahan terhadap perubahan cuaca, serta mudah dikerjakan bagi memudahkan proses pembuatan dan penyelenggaraan. Pemilihan yang tepat bukan sahaja memastikan struktur kotak kukuh dan tahan lama, tetapi juga menjamin perlindungan optimum terhadap bungkusan yang disimpan.

Jadual 1 Senarai bahan dan komponen

Komponen	Bahan / Peralatan	Fungsi Utama	Justifikasi Pemilihan
Struktur dinding kotak	Plywood	Dinding dan panel utama kotak	Kukuh, tahan beban dan mudah dipotong untuk pemasangan.
Rangka kotak	Kayu Pinewood	Menyokong struktur kotak	Ringan, mempunyai kekuatan yang mencukupi, mudah dibentuk.
Mikropengawal	Modul ESP32	Mengawal sistem kunci dan komunikasi dengan aplikasi Blynk	Menyokong sambungan Wi-Fi, kos rendah dan serasi dengan Arduino IDE.
Mekanisme kunci COD	Solenoid Lock 12 V	Mengunci dan membuka laci COD secara automatik	Memberi kawalan elektronik yang selamat dan pantas.
Modul pengawal litar	Relay 5 V	Mengawal arus ke solenoid lock dan komponen lain	Sesuai untuk kawalan voltan rendah dan meningkatkan keselamatan litar.
Wayar sambungan	Wayar pelompat	Menyambung komponen elektronik	Memudahkan sambungan sementara atau kekal antara modul.
Mekanisme kunci tambahan	Kunci gembok & papan gembok	Lapisan keselamatan tambahan di bahagian belakang kotak	Memberi perlindungan fizikal sekiranya berlaku kegagalan sistem elektronik.

Jadual 1 merumuskan bahan utama bagi setiap komponen. Plywood digunakan sebagai struktur dinding kerana sifatnya yang kukuh dan mudah dibentuk, manakala kayu *pinewood* dipilih sebagai rangka utama kerana ringan dan mempunyai kekuatan yang mencukupi. Komponen elektronik terdiri daripada ESP32 sebagai mikropengawal Wi-Fi, solenoid lock 12 V sebagai mekanisme penguncian automatik, relay 5 V untuk mengawal litar kuasa, serta wayar pelompat untuk sambungan elektrik.

2.3 Pembangunan Sistem Kawalan

ESP32 diprogram menggunakan perisian Arduino IDE dan dihubungkan dengan aplikasi Blynk untuk membolehkan kawalan laci COD dari jarak jauh. Pengaturcaraan melibatkan konfigurasi Wi-Fi, arahan buka/tutup solenoid, dan pemantauan status kotak melalui telefon pintar. Ujian awal dilakukan untuk memastikan keserasian bateri dan kestabilan sambungan.

2.4 Proses Pembuatan Kotak

Proses pembuatan *Smart Parcel Keeper* melibatkan tiga langkah utama iaitu mengukur dan menanda, memotong, serta menyambung. Pertama, semua komponen ditanda mengikut pelan reka bentuk menggunakan pita pengukur dan angkup bagi memastikan ukuran yang tepat. Seterusnya, papan plywood dan kayu pinewood dipotong mengikut dimensi yang telah ditetapkan dengan menggunakan gergaji dan gerudi berprestasi tinggi untuk mendapatkan potongan yang kemas. Akhir sekali, komponen yang telah disediakan disambungkan menggunakan nat, bolt, dan gasket bagi memastikan ketepatan kedudukan serta ketahanan sambungan struktur kotak.

2.5 Uji kaji

Dua uji kaji utama dijalankan:

- Uji kaji Julat Jarak Kawalan ESP32: Menguji keberkesanan kawalan jauh menggunakan aplikasi Blynk pada jarak 1 m hingga 20 m untuk memastikan tiada gangguan isyarat.
- Uji kaji Mekanisme *One-Way Insert*: Menguji keberkesanan sistem sisipan sehalu dengan pelbagai saiz dan berat bungkusan untuk menilai kebolehoperasian dan keselamatan.

Data keputusan dicatatkan dalam jadual dan dibandingkan dengan objektif projek bagi menilai keberkesanan reka bentuk.

3. Keputusan dan Perbincangan

Bahagian ini membentangkan keputusan uji kaji sistem *Smart Parcel Keeper* (SPK) dan perbincangan keberkesanan reka bentuk yang telah dibangunkan. Dua ujikaji utama telah dijalankan iaitu (i) uji kaji julat kawalan jauh ESP32 dan (ii) uji kaji mekanisme sisipan sehalu (*one-way insert*). Keputusan setiap uji kaji dibincangkan secara terperinci dengan merujuk kepada objektif projek.

3.1 Uji kaji Julat Kawalan Jauh ESP32

Uji kaji ini bertujuan menilai keberkesanan komunikasi antara modul ESP32 dan aplikasi Blynk melalui sambungan Wi-Fi. Isyarat kawalan diuji pada jarak 1 m hingga 20 m dalam keadaan persekitaran yang sama. Rajah 2 menunjukkan sesi pengukuran jarak antara pengawal aplikasi dan modul ESP32 semasa proses pengesanan isyarat.



Rajah 2 Sesi mengukur jarak daripada sistem kunci solenoid

Jadual 2 Keputusan Ujikaji Julat Kawalan Jauh ESP32

Jarak (m)	Penerimaan Arahan ESP32	Status Kunci Solenoid
1	Terima	Berjaya buka/tutup
5	Terima	Berjaya buka/tutup
10	Terima	Berjaya buka/tutup
15	Terima	Berjaya buka/tutup
20	Terima	Berjaya buka/tutup

Jadual 2 menunjukkan keputusan penerimaan arahan dan tindak balas kunci solenoid. Ujian dilakukan bagi jarak 1 m hingga 20 m untuk menentukan keupayaan modul ESP32 menerima arahan melalui aplikasi Blynk. Keputusan menunjukkan semua jarak yang diuji berjaya menerima arahan dan mengaktifkan kunci solenoid dengan baik.

3.2 Uji kaji Mekanisme *One-Way Insert*

Uji kaji kedua dijalankan untuk menilai keberkesanan sistem sisipan sehalu yang direka bagi menghalang pengambilan semula bungkusan dari luar. Pelbagai saiz dan berat bungkusan diuji pada ketinggian kumulatif 20 cm hingga 100 cm. Rajah 3 menunjukkan keadaan mekanisme *one-way insert* ketika diuji, di mana tangan tidak dapat mencapai bungkusan yang telah dimasukkan ke dalam kotak.



Rajah 3 Ujian one-way insert : tangan tidak mampu untuk mencapai bungkusan

Jadual 2 Masa dan jumlah tenaga yang digunakan menggunakan beberapa kaedah membakar lemang

Ketinggian Kumulatif (cm)	Kejayaan Memasukkan Bungkusan	Kejayaan Menarik Keluar
20	Berjaya	Tidak berjaya
40	Berjaya	Tidak berjaya
60	Berjaya	Tidak berjaya
80	Tidak berjaya (batas saiz)	Berjaya
100	Tidak berjaya (batas saiz)	Berjaya

Ujian ini menilai keupayaan sistem mencegah pengeluaran bungkusan dari luar. Bungkusan pelbagai saiz diuji pada ketinggian kumulatif 20 cm hingga 100 cm seperti Jadual 2. Bungkusan bersaiz sederhana (hingga 60 cm) dapat dimasukkan dengan mudah tetapi tidak dapat dikeluarkan, manakala pada ketinggian melebihi 80 cm, bungkusan gagal dimasukkan tetapi boleh ditarik keluar jika tidak masuk sepenuhnya.

3.3 Perbincangan

Keputusan ujian jarak ESP32 membuktikan bahawa sistem kawalan jauh mampu berfungsi dengan baik sehingga jarak 20 m tanpa gangguan isyarat. Hal ini menunjukkan kestabilan komunikasi modul ESP32 dan kesesuaian teknologi IoT untuk kawalan pintu automatik dalam persekitaran kediaman, selaras dengan dapatan Asman et al. [7] dan Hlaing et al. [8] yang menekankan kelebihan ESP8266/ESP32 untuk aplikasi keselamatan rumah.

Sementara itu, ujian mekanisme *one-way insert* mengesahkan keupayaannya menghalang pengeluaran bungkusan daripada luar bagi saiz standard, seperti yang disarankan dalam kajian Mokhsin et al. [4]. Sistem ini berkesan untuk bungkusan bersaiz sederhana (≤ 60 cm), namun bungkusan yang melebihi dimensi reka bentuk berpotensi mengganggu operasi dan memerlukan pemantauan tambahan. Bagi meningkatkan prestasi, integrasi penderia saiz atau amaran dimensi boleh dipertimbangkan dalam pembangunan masa hadapan agar pengguna dimaklumkan jika bungkusan melebihi kapasiti.

Secara keseluruhannya, kedua-dua ujian membuktikan bahawa *Smart Parcel Keeper* memenuhi objektif projek iaitu menyediakan sistem penerimaan bungkusan yang selamat, boleh dikawal dari jauh, dan mesra pengguna. Gabungan teknologi IoT dengan mekanisme sisipan sehalu bukan sahaja meningkatkan keselamatan bungkusan, tetapi juga menawarkan kemudahan kepada pengguna, seterusnya menutup jurang kajian yang dikenal pasti dalam literatur terdahulu [3], [4].

Walau bagaimanapun, motor tersebut perlu direhatkan seketika bagi memastikan ketahanan motor terjamin. Sebagai contoh, setiap tiga kali pembakaran lemang selesai motor yang berjalan tanpa henti akan menyebabkan motor menghasilkan haba yang tinggi sekali gus meningkatkan rintangan bagi motor tersebut. Motor yang berjalan tanpa rehat akan menyebabkan ia berasap dan meningkatkan risiko terbakar atau litar pintas. Dari aspek keselamatan antara proses pembakaran lemang menggunakan Mesin Pembakar Lemang Automatik dan kaedah tradisional, Mesin Pembakar Lemang Automatik lebih selamat. Mesin ini mempunyai kelebihan bekas bahan bakar yang mudah alih. Bekas bahan bakar ini boleh dilaraskan ke atas dan ke bawah. Apabila hendak membakar lemang, pengguna boleh mengangkat papan bara itu supaya api dekat dengan lemang manakala apabila mahu menukar atau menambah arang, pengguna boleh menurunkan bekas bahan bakar tersebut. Pengguna mesin ini tidak akan tercedera akibat bahang api yang panas atau tangan pengguna mesin tidak akan panas kerana terdapat ciri-ciri keselamatan seperti ini di mesin ini.

4. Kesimpulan

Kajian ini telah berjaya membangunkan prototaip *Smart Parcel Keeper* (SPK) sebagai penyelesaian inovatif terhadap masalah keselamatan dan kemudahan penerimaan bungkusan. Hasil uji kaji menunjukkan bahawa sistem kawalan jauh menggunakan modul ESP32 berfungsi dengan stabil sehingga jarak 20 m, membolehkan pengguna mengunci atau membuka laci COD melalui aplikasi Blynk dengan selamat dan mudah. Mekanisme *one-way insert* pula terbukti mampu menghalang pengeluaran semula bungkusan dari luar untuk saiz bungkusan standard, sekali gus meningkatkan tahap keselamatan penghantaran.

Pencapaian ini menepati objektif projek iaitu dapat menyediakan sistem penyimpanan bungkusan yang selamat melalui integrasi mekanisme sisipan sehalu dan kunci solenoid, meningkatkan kemudahan pengguna dengan kawalan jarak jauh berasaskan IoT, dan menyokong kaedah pembayaran tunai semasa penghantaran (COD) dengan laci yang boleh dikunci secara elektronik. Selain memberi manfaat praktikal kepada pengguna individu, projek ini juga berpotensi diaplikasikan dalam sistem penghantaran bungkusan berskala besar, seperti komuniti perumahan dan perniagaan kecil, bagi mengurangkan risiko kecurian dan kerosakan bungkusan.

Walau bagaimanapun, terdapat beberapa penambahbaikan yang boleh dipertimbangkan pada fasa pembangunan seterusnya. Antaranya ialah pemasangan penderia saiz bungkusan untuk memberi amaran sekiranya dimensi melebihi kapasiti kotak, penggunaan sistem tenaga solar bagi meningkatkan kecekapan tenaga, serta integrasi teknologi pengesanan tambahan seperti RFID atau pengenalan wajah bagi lapisan keselamatan yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, projek *Smart Parcel Keeper* bukan sahaja memenuhi keperluan keselamatan dan kemudahan dalam penghantaran bungkusan, malah memberikan asas kukuh untuk pembangunan produk komersial yang lebih canggih pada masa hadapan.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan fasiliti dalam menghasilkan produk bagi projek ini.

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**; Dayang Siti Zulaiqka Hijrah, Nur Filzah Muhammad; **pengumpulan data**: Nur Filzah Muhammad, Nur Azwana Roslan, Ghazali Kadis; **analisis dan interpretasi hasil**: Nur Azwana Roslan; **penyediaan draf manuskrip**: Dayang Siti Zulaiqka Hijrah, Nur Filzah Muhammad, Nur Azwana Roslan, Ghazali Kadis, Nurmina Abdullah.

Rujukan

- [1] B. Ma, Y. D. Wong, and C.-C. Teo, "Parcel self-collection for urban last-mile deliveries: A review and research agenda with a dual operations-consumer perspective," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 16, 2022, no. 100719.
- [2] D. Laganà, G. Laporte, & F. Vocaturo, "A dynamic multi-period general routing problem arising in postal service and parcel delivery systems," *Computers & operations research*, vol. 129, no. 105195, 2021.
- [3] M. Dell'Amico, R. Montemanni, and S. Novellani, "Pickup and delivery with lockers," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 148, no. 104022, 2023.
- [4] M. Mokhsin, M. Z. M. Ludin, A. I. H. Suhaimi, A. S. Zainol, M. H. M. Som, H. A. Halim, "ParcelRestBox: IoT-based parcel receiving box system design for smart city in Malaysia," in *Proc. IEEE Int. Conf. on Computing (ICOCO)*, pp. 1–6, 2021.

- [5] N. A. S. M. Tahyuddin, A. Ab Rahman, T. S. Subramaniam, & A. M. Yusof, "*The Development of Smart Parcel Receiver Box*," Research and Innovation in Technical and Vocational Education and Training, vol. 1, no. 2, pp. 9–17, 2021.
- [6] T. Nonthaputha, M. Kumngern, J. Phookwantong, & S. Keawwang, "*Arduino based smart box for receiving parcel posts*," in Proc. 18th Int. Conf. on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE), 2020, pp. 1–5, November 2020.
- [7] F. F. Asman, E. Permata, and M. Fatkhurrokhman, "*A prototype of smart lock based on Internet of Things (IoT) with ESP8266*," Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI), vol. 5, no. 2, pp. 101–111, 2019.
- [8] N. N. S. Hlaing and S. S. Lwin, "*Electronic door lock using RFID and password based on Arduino*," Int. J. of Trend in Scientific Research and Development, vol. 3, no. 2, pp. 799–802, 2019.
- [9] P. K. Goyal, M. Giri, and S. Verma, "*IoT-based smart door lock system with face recognition using ESP32 CAM and Android app*," in Proc. Int. Conf. on Electrical and Electronics Engineering, Singapore: Springer, 2023.
- [10] M. F. B. M. Kashfi, M. I. B. N. Azeli, and A. N. B. M. Ghazali, "*Smart parcel receiver*," 2023.
- [11] J. Kaewsriruphawong, V. Waelun, J. P. N. Ayuthaya, S. Paengkanya, & T. Daengsi, "*Development of a smart box prototype for mail and parcel posts using IoT and solar energy*," in Proc. 5th Int. Conf. on Information and Communications Technology (ICOIACT), 2022.
- [12] F. M. Ottaviani, G. Zenezini, and A. De Marco, "*Automated parcel lockers location problem: A numerical experiment for Turin's urban area*," in Proc. Summer School Francesco Turco, 2020, pp. 1–6.
- [13] M. Ding, Y. Song, and Y. Hu, "*Supply–Demand Matching of Smart Parcel Lockers in a Residential Area: Insights from Tianjin*," Buildings, vol. 13, no. 8, p. 2088, 2023.