

SecurePark Smart Vehicle Parking Application for Kolej Perwira UTHM

Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM

Muhammad Faizul Najmi Sabahaudin¹, Mohamad Firdaus Ab Aziz^{1*},

¹ *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,*

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author: mdfirdaus@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2024.05.02.083>

Maklumat Artikel

Diserah: 13 Jun 2024

Diterima: 30 Oktober 2024

Diterbitkan: 15 Disember 2024

Keywords

Smart Parking Application, Vehicle Parking Management, Internet of Things (IoT) Technology, SecurePark Project.

Kata Kunci

Aplikasi Tempat Letak Pintar, Pengurusan Tempat Letak Kenderaan, Teknologi Internet of Things (IoT), Projek SecurePark.

Abstract

SecurePark Smart Vehicle Parking Application for Kolej Perwira UTHM is an innovative effort to develop a smart parking application specifically for Kolej Perwira. The aim is to solve the problem of parking management and improve security in the college by incorporating Internet of Things (IoT) technology. The application provides live information about available parking spaces, with the help of infrared sensor integration. In addition to convenience, this application was also created to improve vehicle safety in the college through the integration of infrared sensor to ensure a safe parking environment for the college. This application shows the practical use of IoT in solving problems, showcases how IoT can change the management of institutional facilities and emphasizes the importance of using technology to overcome daily challenges and how IoT can create a safe, and efficient institutional environment. Finally, SecurePark Smart Vehicle Parking Application for Kolej Perwira UTHM can be an inspiration for similar projects in addition to being improved in other universities and public spaces, showing the scalability and adaptability of IoT solutions in various environments.

Abstrak

Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM merupakan usaha inovatif membangunkan aplikasi tempat letak pintar khusus untuk Kolej Perwira UTHM. Matlamatnya adalah untuk menyelesaikan masalah pengurusan tempat letak dan meningkatkan keselamatan di kolej dengan menggabungkan teknologi Internet of Things (IoT). Aplikasi ini menyediakan maklumat secara langsung tentang tempat letak yang tersedia, dengan bantuan integrasi pengesan inframerah. Selain kemudahan, aplikasi ini juga dicipta untuk meningkatkan keselamatan kenderaan di kolej melalui integrasi pengesan inframerah untuk memastikan persekitaran tempat letak yang selamat untuk kolej. Aplikasi ini menunjukkan kegunaan praktikal IoT dalam menyelesaikan masalah, mempamerkan bagaimana IoT dapat

mengubah pengurusan fasiliti institusi dan menekankan kepentingan menggunakan teknologi untuk mengatasi cabaran harian dan bagaimana IoT dapat mencipta persekitaran institusi yang selamat, dan efisien. Akhir sekali, Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM boleh menjadi inspirasi untuk projek serupa disamping boleh ditambahbaik di universiti lain dan ruang awam, menunjukkan skalabiliti dan adaptabiliti dalam penyelesaian IoT dalam pelbagai persekitaran.

1. Pengenalan

Kolej Kediaman Perwira merupakan salah sebuah kolej kediaman di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) dimana memuatkan kapasiti seramai 2,006 penghuni. Kolej ini memulakan operasi secara rasmi dengan pada tahun 2003[1]. Di samping menyediakan dan menjadi kediaman bagi sebahagian pelajar UTHM, ruangan parkir yang bersesuaian juga turut disediakan bagi menjamin keselesaan dan kemudahan bagi pelajar dan penghuni disini.

Namun, mencari tempat letak kereta merupakan salah satu cabaran besar di kawasan ini dimana hasil daripada pengurusan parkir yang tidak cekap dan secara manual oleh pengawal atau pengurusan kolej yang mengarahkan kepada pemandu ke kotak parkir yang kosong, menjurus kepada tergendalanya urusan pemandu dan memberi kesusahan untuk mencari tempat letak yang sesuai, dan kebimbangan tentang keselamatan tempat letak kenderaan.

Usaha membangunkan sebuah aplikasi dengan objektif menggunakan pendekatan berorientasikan objek iaitu Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM muncul sebagai inovasi yang mengubah pengalaman pengguna tempat letak kereta[2] di kawasan kolej dimana aplikasi ini bergantung pada mikropengawal Arduino, menjadi pusat kepintaran yang mengawasi keseluruhan operasi, integrasi pengesanan inframerah di kotak parkir kolej, memantau ketersediaan tempat letak kereta[3] individu, mengesan kenderaan yang masuk dan keluar serta mengekalkan data pengisian tempat letak secara masa nyata. Aplikasi ini juga turut menyediakan sistem notifikasi amaran dimana ia akan menghantar notifikasi amaran segera kepada pengguna sekiranya kenderaan pengguna yang dicuri.

2. Kajian Literatur

Bahagian ini memfokuskan gambaran awal dan maklumat penting yang diperlukan untuk pembangunan Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM.

2.1 Teknologi Android

Teknologi Android telah dipilih untuk pembangunan aplikasi SecurePark UTHM kerana sifat sumber terbukanya yang adaptif dimana membolehkan pembangun sistem menyesuaikan aplikasi SecurePark agar sesuai dengan keperluan unik pengguna di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). Kebolehoperasian Android dengan rangkaian luas peranti meningkatkan kebolehcapaian untuk pelajar dan kakitangan UTHM, serta memastikan kebiasaan pengguna yang meluas dalam komuniti UTHM. Secara ringkasnya, fleksibiliti Android, keupayaan kolaboratif dan capaian di seluruh dunia menjadikannya platform yang ideal untuk kejayaan pembangunan projek SecurePark UTHM.

2.2 Arduino

Platform Arduino telah dipilih untuk projek ini kerana keupayaannya untuk menyepadukan perkakasan dan perisian dengan mudah. Ini menjadikannya sesuai untuk projek elektronik dan pembangunan sistem yang interaktif. Kepelbagaian dan bahasa pengaturcaraannya yang ringkas menjadikannya berfaedah untuk projek ini. Respon pantas papan NodeMCU ESP8266 dan kapasitinya untuk mematuhi arahan daripada mikropengawal menunjukkan kepraktikalan Arduino dan menunjukkan keberkesannya dalam mencipta projek interaktif. Hasil penyelidikan dan inisiatif yang sedang dijalankan mengesahkan kesediaan Arduino untuk pembangunan projek ini dimana membantu untuk meningkatkan keberkesanan pembangunan projek ini dan memastikan Kolej Perwira UTHM mempunyai penyelesaian tempat letak kereta pintar yang canggih. penyelidikan dan inisiatif yang sedang dijalankan mengesahkan kesediaan Arduino untuk pembangunan.

2.3 Perbandingan Sistem Sedia Ada

Perbandingan antara sistem yang sedia ada dan aplikasi yang akan dibangunkan amat dititikberatkan dan dinilai berdasarkan ciri-ciri khusus yang bersesuaian. Perbandingan boleh dilakukan dari segi pelbagai perspektif,

termasuk fungsi-fungsi utama aplikasi. **Jadual 1** memberikan perbandingan di antara tiga aplikasi termasuk sistem yang serupa iaitu Smart Parking System using Labview [3] , An Improved IOT Smart Parking System [4] dan Automatic Car Parking System Using Arduino: a Parking Management Solution for Vehicles [5].

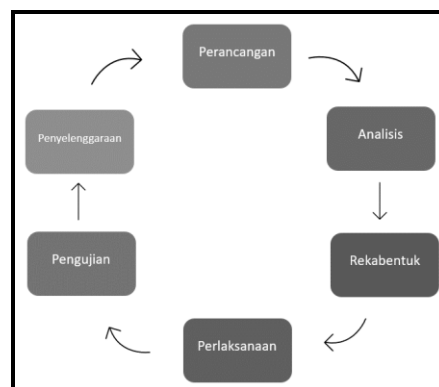
Jadual 1 Perbandingan antara Aplikasi, Sistem sedia ada dan Aplikasi Dibangunkan

Ciri/Sistem	Smart Parking System using Labview	An Improved IOT Smart Parking System	Automatic Car Parking System Using Arduino: a Parking Management Solution for Vehicles	Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM
Pendaftaran dan Log Masuk	X	√	√	√
Profil Pengguna	X	√	X	√
Pengesan Inframerah	√	√	√	√
Status Parkir	√	√	√	√
Keselamatan	X	√	X	√
Notifikasi Amaran	X	√	X	√
Laporan	X	X	√	√

Perbandingan yang jelas dapat dilihat antara sistem sedia ada dan Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM. Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM ini dirancang khusus untuk Kolej Perwira UTHM, dimana menawarkan keselamatan, notifikasi amaran dan laporan. Fungsi keselamatan adalah mengurangkan risiko kecurian kenderaan dimana apabila proses keluar parkir yang tidak disahkan akan memicu aplikasi untuk menghantar amaran yang membawa ke fungsi notifikasi amaran yang akan memberi amaran dan notifikasi kepada pengguna dan pentadbir untuk proses seterusnya. Laporan pula memudahkan pentadbir untuk analisis data dan penambahbaikan pada masa akan datang.

3. Metodologi

Pemilihan metodologi adalah sangat penting untuk menjamin pembangunan aplikasi kerana ia mempengaruhi secara mendalam kecekapan, kualiti, dan kejayaan keseluruhan projek. Metodologi Agile telah dipilih sebagai teknik dalam membangun Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM dimana pendekatan pembangunan Agile terkenal dengan kebolehlarasan, fleksibiliti, dan proses reka bentuk berulangnya. Agile sangat sesuai untuk projek ini yang beroperasi dalam bidang pengurusan tempat letak kereta yang dinamik dan berkembang pesat, disebabkan oleh ciri-ciri ini. Metodologi Agile juga mendorong komunikasi terbuka dan penyertaan aktif daripada pihak berkepentingan dan pengguna akhir. Strategi ini adalah penting untuk projek seperti Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM di mana kegembiraan pengguna dan kebolehgunaan adalah keutamaan utama.



Rajah 1 Model Agile

3.1 Fasa Perancangan

Fasa perancangan adalah penting untuk menentukan matlamat dan skop projek, mengkaji isu pengurusan tempat letak kereta kolej dan kebimbangan mengenai keselamatan kenderaan. Temu bual dengan pentadbir,

pengawal dan bakal pengguna membantu memahami keperluan dan jangkaan. Fasa perancangan memastikan penajaran dengan keperluan pengguna dan persekitaran kolej, dan carta Gantt dijana untuk mengurus tugas mingguan dalam jangka masa yang ditetapkan. Kesesuaian kawasan kolej juga dinilai untuk pelaksanaan.

3.2 Fasa Analisis

Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM akan menjalani fasa analisis, memberi tumpuan kepada pemahaman keperluan dan matlamat penyelesaian. Fasa penyelidikan akan melibatkan analisis keperluan pemandu untuk menentukan objektif sistem dan menambah baik sistem awal. Aplikasi ini akan dibangunkan menggunakan platform Android, berkod dalam Dart, dan MySQL untuk pangkalan data. Tumpuan akan diberikan pada keselamatan dan kemas kini tempat letak kereta secara langsung, dengan ciri tambahan ditambah berdasarkan maklum balas dan pengetahuan. Permohonan akan menyesuaikan diri dengan keperluan projek baharu dan memenuhi kriteria utama. Berikutan fasa analisis, Bahasa Pemodelan Bersepadu (UML), Rajah Perhubungan Entiti (ERD) dan carta alir akan dibuat untuk menggambarkan interaksi sistem dan modul berfungsi.

3.3 Fasa Rekabentuk

Pendekatan Agile dengan ketara mempengaruhi seni bina sistem dan reka bentuk antara muka pengguna, mempromosikan reka bentuk berulang dan kerjasama berterusan. Proses ini melibatkan mencipta reka bentuk awal untuk aplikasi, mereka bentuk litar, dan menyusun komponen. Pengalaman pengguna adalah keutamaan, memastikan susun atur yang mesra pengguna untuk pemilik kereta yang mencari maklumat tempat letak kereta. Proses reka bentuk melibatkan input daripada pihak berkepentingan, seperti pemandu kenderaan, untuk memastikan reka bentuk akhir sejajar dengan keperluan operasi. Aplikasi SecurePark bukan sahaja boleh dipercayai secara teknikal tetapi juga memfokuskan pengguna dan boleh disesuaikan dengan kemudahan kolej.

3.4 Fasa Pelaksanaan

Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM yang dibangunkan melalui gabungan aplikasi dan litar Arduino, yang disepadukan dengan litar Arduino dan NodeMCU ESP8266. Aplikasi ini menawarkan maklumat tempat letak kereta masa nyata dan sistem amaran terbina dalam untuk pemilik kenderaan. Proses pembangunan memastikan ujian yang cekap, menghasilkan penyelesaian yang mantap dan mesra pengguna, memastikan keberkesanan aplikasi dalam menyediakan penyelesaian tempat letak kereta yang mudah.

3.5 Fasa Pengujian

Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM menjalani ujian pengujian untuk memastikan kecekapan dan keselamatannya. Proses ini bermula dengan unit ujian yang memeriksa komponen tertentu seperti pemasangan pengesan inframerah untuk tempat letak kereta dan penyimpanan data. Ujian integrasi menilai kefungsi sistem, manakala ujian kefungsi memastikan ia memenuhi keperluan khusus seperti pengurusan akses dan keselamatan. Ujian keselamatan mengenal pasti kekurangan dan menghalang isu yang berpotensi. Akhir sekali, ujian prestasi menilai kecekapan sistem, memastikan penyelesaian aplikasi SecurePark yang selamat dan berkesan.

3.6 Fasa Penyelenggaraan

Fasa penyelenggaraan menumpukan pada memastikan prestasi berterusan aplikasi dan menyelesaikan isu yang berpotensi. Peningkatan dan penambahbaikan sistem yang kerap dijalankan untuk meningkatkan keselamatan dan kefungsi. Antara muka pengguna dan aplikasi mudah alih kerap dinilai untuk mengekalkan kemesraan pengguna dan memenuhi keperluan pengguna yang semakin berkembang. Matlamat keseluruhan adalah untuk mengekalkan kebolehpercayaan, keselamatan dan kecekapan sistem untuk pengurusan tempat letak kereta.

4. Analisis dan Reka Bentuk

Analisis keperluan sistem adalah tugas yang melibatkan penilaian terhadap seluruh sistem yang akan dibangunkan. Membuat keputusan untuk mencapai matlamat sistem merupakan sebahagian daripada proses analisis keperluan sistem[7]. Analisis keperluan sistem dijalankan untuk mengurangkan risiko yang mungkin timbul semasa pembangunan sistem. Pengurangan risiko melibatkan mengesan kemungkinan masalah yang mungkin berlaku semasa fasa pembangunan sistem. Selain itu, memahami keperluan pengguna terhadap sistem

yang akan dibangunkan adalah penting untuk memastikan bahawa sistem itu memenuhi kehendak dan keperluan pengguna.

Jadual 2 Modul Aplikasi

No	Modul	Fungsi
1	Modul Pendaftaran dan Log Masuk	Pengguna mendaftar akaun dan log masuk ke dalam aplikasi
2	Modul Profil Pengguna	Membolehkan pengguna mengemaskini maklumat profil mereka.
3	Modul Pengesanan Inframerah	Mengesan kehadiran kenderaan masuk dan keluar di kawasan parkir
4	Modul Status Parkir	Menyediakan maklumat mengenai keadaan tempat letak kereta, sama ada kosong atau penuh
5	Modul Keselamatan	Mengesan cubaan kecurian kenderaan yang menggunakan parkir melalui pengesanan.
6	Modul Notifikasi Amaran	Menghantar notifikasi amaran kepada pengguna berkenaan cubaan pecah masuk di sekitar kawasan parkir.
7	Modul Laporan	Menjana dan menunjukkan laporan mengenai statistik penggunaan aplikasi dan notifikasi amaran

4.1 Keperluan Berfungsi dan Bukan Berfungsi

Jadual 3 Keperluan Berfungsi

No	Modul	Penerangan
1	Modul Pendaftaran dan Log Masuk	Membenarkan pengguna baharu mendaftar akaun baharu sebelum log masuk Membenarkan pengguna sedia ada untuk log masuk dengan id dan kata laluan Ubah hala pengguna yang sah ke muka utama apabila berjaya log masuk
2	Modul Pengesanan Inframerah	Mengesan kehadiran kenderaan pengguna di tempat letak kereta Membenarkan pengguna memilih dan menukar tempat letak kereta
3	Modul Keselamatan	Mengesan pergerakan kenderaan yang keluar dari parkir dimana sekiranya tiada konfirmasi dari pengguna, ia akan dianggap percubaan kecurian kenderaan di parkir dimana memicu tindak balas notifikasi amaran keselamatan segera kepada telefon pintar pengguna.
4	Modul Status Parkir	Membenarkan pengguna untuk kenalpasti sama ada tempat letak kereta itu diduduki atau kosong Membenarkan pentadbir mengemas kini ketersediaan tempat letak kereta dalam masa nyata
5	Modul Profil Pengguna	Membenarkan pengguna mengemas kini maklumat profil mereka seperti nombor plat kenderaan atau nombor telefon Membenarkan pentadbir mengemas kini maklumat profil pengguna sekiranya pengguna mengalami kesukaran mengemaskini profil mereka supaya sistem mempunyai butiran yang paling tepat dan terkini
6	Modul Notifikasi Amaran	Menghantar notifikasi segera kepada telefon pintar pengguna selepas mengesan percubaan kecurian kenderaan yang di parkir di tempat letak kenderaan.
7	Modul Laporan	Memaparkan ringkasan aktiviti pengguna dalam sistem seperti masa log masuk/log keluar dan kekerapan penggunaan aplikasi. Memaparkan statistik berlaku insiden yang mencetuskan notifikasi amaran keselamatan dalam kawasan tempat letak kereta, dan rekod masa dan waktu untuk analisis.

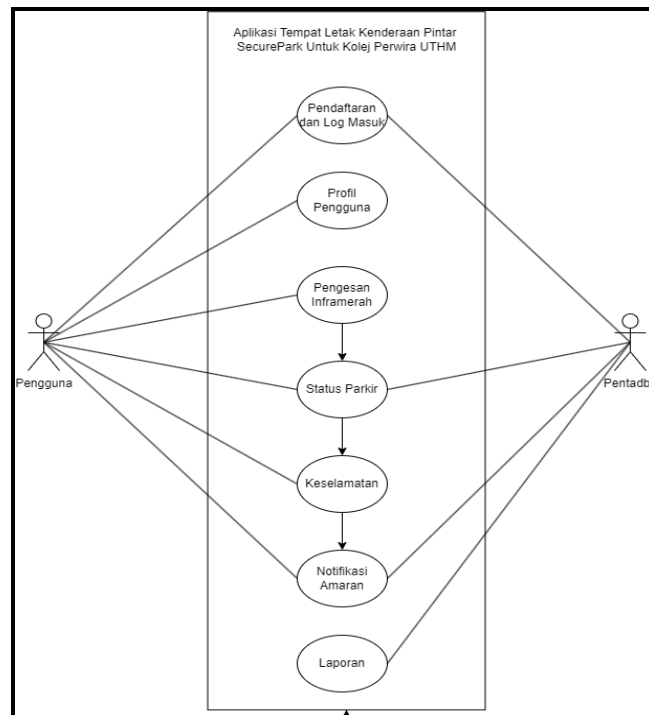
Jadual 4 Keperluan Bukan Berfungsi

No	Modul	Fungsi
----	-------	--------

1	Prestasi	Sistem harus sentiasa boleh digunakan
2	Operasi	Aplikasi ini mampu diakses menggunakan telefon pintar yang mempunyai memori minimum 3GB dan ke atas
3	Keselamatan	Aplikasi ini harus mesra pengguna
4	Ketersediaan	Aplikasi harus tersedia mengikut waktu kerja
5	Pengesahan dan Kebenaran	Aplikasi ini harus melaksanakan pengesahan dan kebenaran pengguna untuk mengelakkan akses yang tidak dibenarkan

4.2 Rajah Kes Guna

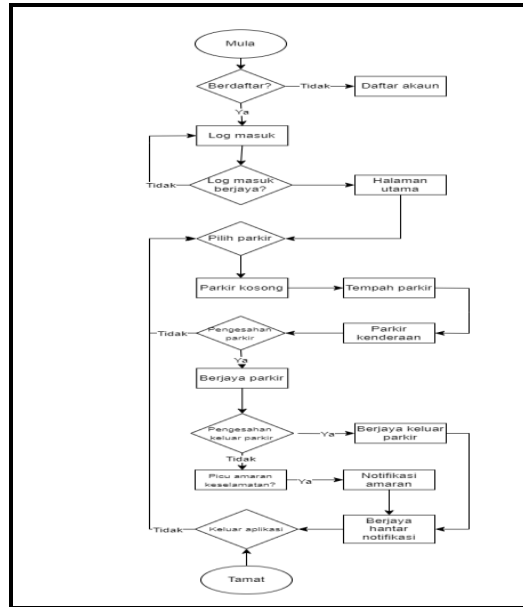
Rajah 2 menunjukkan cara pengguna menggunakan Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM. Pengguna mendaftar dan log masuk, boleh pilih tempat letak dengan pengesan inframerah dan mendapat notifikasi keselamatan jika ada berlaku kecurian kenderaan. Status parkir tunjukkan tempat kosong, dan profil pengguna boleh dikemaskini. Keselamatan pula mengesan cubaan kecurian kenderaan yang menggunakan parkir melalui pengesahan. Notifikasi amaran berfungsi hantar notifikasi keselamatan, manakala laporan paparkan aktiviti pengguna. Garisan menghubungkan pengguna dan pentadbir menunjukkan interaksi seperti log masuk dan pengemaskinian profil. Pengguna juga boleh lihat status tempat letak, dan pentadbir boleh tukar status tempat letak. Ini memberikan pandangan keseluruhan pembangunan sistem dan interaksi pengguna dengan aplikasi SecurePark di Kolej Perwira UTHM.



Rajah 2 Kes Guna

4.3 Carta Alir

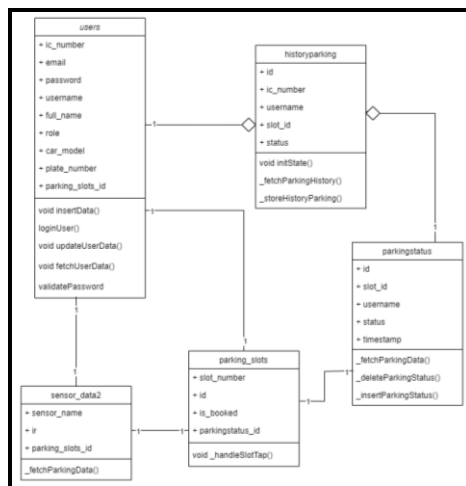
Carta alir Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM seperti di **Rajah 3** menggambarkan langkah-langkah utama dalam penggunaan aplikasi tempat letak kenderaan. Pengguna mula dengan mendaftar dan log masuk ke aplikasi. Pengesan Inframerah mengesan kehadiran kenderaan dan memaparkan ketersediaan tempat letak kereta secara nyata. Pengguna memilih tempat letak berdasarkan ketersediaan, dan aplikasi memberikan notifikasi amaran keselamatan jika mengesan cubaan kecurian kenderaan melalui pengesahan oleh Keselamatan. Status Parkir membolehkan pengguna dan pentadbir memantau keadaan tempat letak secara langsung. Profil Pengguna membenarkan pengguna mengemaskini maklumat peribadi. Notifikasi amaran dihantar selepas pengesahan pengguna. Fungsi Laporan menyediakan ringkasan aktiviti pengguna untuk analisis. Ini memastikan penggunaan tempat letak kereta yang cekap dan selamat.



Rajah 3 Carta Alir

4.4 Rajah Kelas

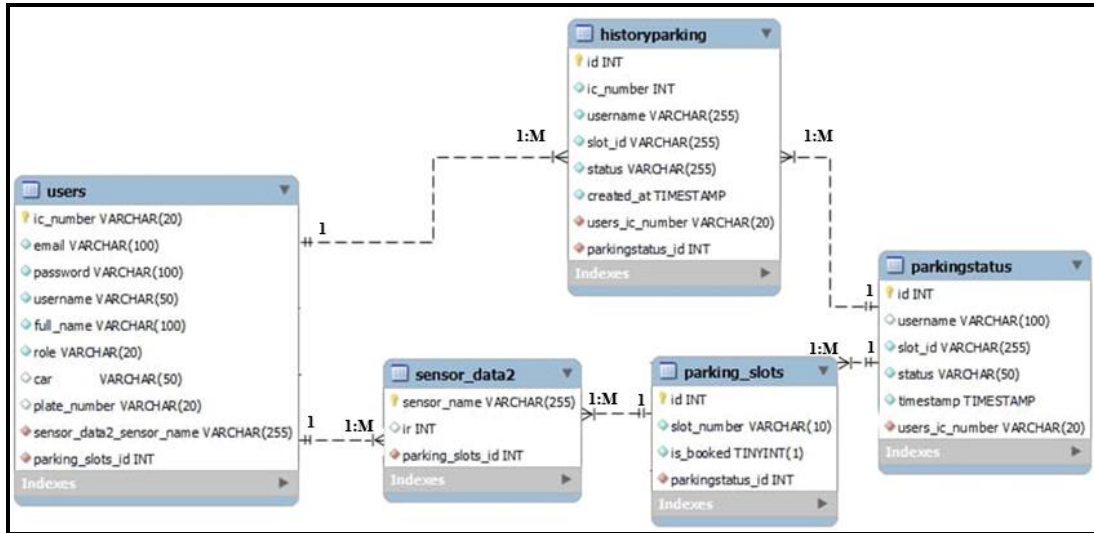
Rajah 4 menunjukkan rajah kelas yang terdiri daripada lima kelas utama iaitu users, sensor_data2, parking_slots, parkingstatus dan historyparking. Aliran proses dapat dilihat hasil interaksi hubungan bermula dari pendaftaran dan log masuk pengguna hingga ke notifikasi amaran dan seterusnya hingga laporan bagi pentadbir.



Rajah 4 Rajah Kelas

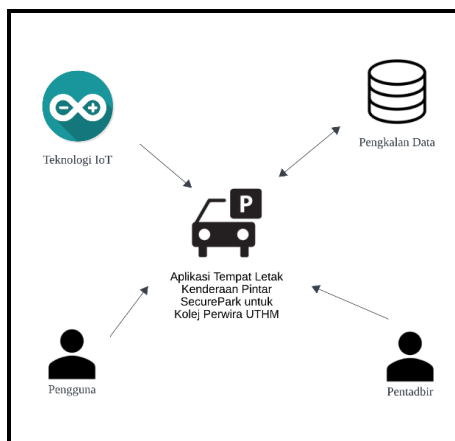
4.5 Rajah Hubungan Entiti (ERD)

Rajah 6 menunjukkan rajah hubungan entiti yang terdiri daripada lima kelas iaitu users, sensor_data2, parking_slots, parkingstatus, dan historyparking. Hasil interaksi hubungan antara setiap kelas ini dapat menunjukkan aliran proses dari awal penggunaan aplikasi iaitu pendaftaran sehingga laporan.



Rajah 5 ERD

4.6 Seni Bina Aplikasi



Rajah 6 Seni Bina Aplikasi

Rajah 6 menunjukkan seni bina sistem dimana interaksi struktur dan komponen dalam pembangunan aplikasi ini memainkan peranan penting untuk mencapai objektif yang diinginkan. Ia melibatkan teknologi IoT, pangkalan data dan elemen lain.

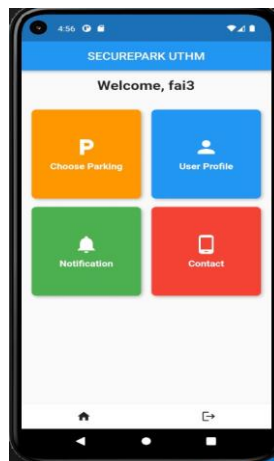
4.7 Reka Bentuk Antara muka

Berikut merupakan antara muka yang digunakan pengguna untuk beberapa proses aplikasi.



Rajah 7 Reka bentuk antara muka log masuk

Rajah 7 menunjukkan menunjukkan reka bentuk antara muka log masuk dimana pengguna harus memilih *login* atau *sign up* bagi digunakan untuk log masuk ke dalam aplikasi.



Rajah 8 Reka bentuk antara muka menu

Rajah 8 menunjukkan reka bentuk antara muka utama untuk pengguna. Antara muka ini bertujuan untuk pengguna memilih fungsi utama aplikasi yang dibina untuk keperluan.

5. Pelaksanaan dan Pengujian

Bahagian ini menerangkan proses pelaksanaan sistem, dan ujian sistem untuk Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM.

5.1 Pelaksanaan Aplikasi

Terdapat 2 sisi bahagian bagi pelaksanaan untuk projek ini, iaitu bahagian aplikasi pengguna dan pentadbir aplikasi. Antara muka aplikasi dibangunkan menggunakan rangka kerja Flutter manakala pengekodan untuk fungsi modul adalah menggunakan pengaturcaraan Dart. Kemudian, perisian yang digunakan ialah Visual Studio Code. XAMPP ialah platform pelayan web percuma yang digunakan untuk tujuan pembangunan dan menyediakan persekitaran pelayan setempat[5] bagi pelaksanaan aplikasi ini. Arduino IDE pula digunakan untuk pengekodan yang melibatkan pengesanan atau memuat naik kod ke papan mikropengawal Arduino dan ESP8266 yang digunakan. Akhir sekali, MySQL ialah sistem pengurusan pangkalan data hubungan sumber terbuka digunakan untuk menyimpan dan mengurus data dalam pangkalan data hubungan yang penting bagi pelaksanaan aplikasi ini.

5.1.1 Perisian untuk Pembangunan Aplikasi

a. Microsoft Visual Studio Code

Tujuan menggunakan Microsoft Visual Studio Code adalah untuk membangunkan laman aplikasi. Flutter digunakan sebagai rangka kerja untuk membangunkan antara muka aplikasi untuk kedua bahagian laman aplikasi pengguna dan laman pentadbir aplikasi. Manakala, bahasa pengaturcaraan Dart digunakan untuk mencipta kod untuk kesemua modul fungsi. Rajah 9 menunjukkan antara muka pengguna Microsoft Visual Studio.

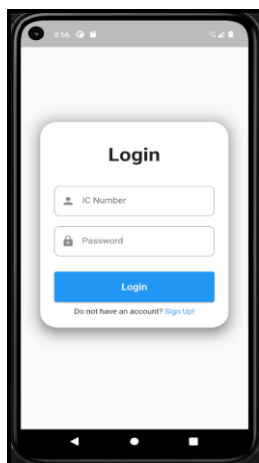
b. Arduino IDE

Arduino IDE ialah perisian yang digunakan untuk menulis, menyusun dan memuat naik kod ke papan mikropengawal Arduino dan ESP8266[4]. Ia menyediakan antara muka mesra pengguna yang membolehkan menulis program kod dalam bahasa pengaturcaraan C/C++, dan kemudian memindahkan program ini ke perkakasan Arduino melalui sambungan USB[6]. Ia juga dilengkapi dengan pengurus perpustakaan untuk memasukkan pelbagai perpustakaan dengan mudah dalam projek, menjadikannya alat yang penting untuk pelaksanaan aplikasi ini. Rajah 5.4 menunjukkan antara muka pengguna Arduino IDE.

5.1.3 Pembangunan Modal Berfungsi

a. Pendaftaran Akaun dan Modul Log Masuk

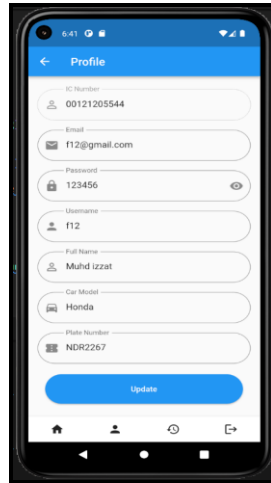
Rajah 9 menunjukkan antara muka log masuk pengguna dan pentadbir yang terdiri daripada input *username* sebagai ID dan *password* iaitu kata laluan dan butang Login.



Rajah 9 Antara muka Log Masuk Pengguna

b. Modul Profil Pengguna

Rajah 10 menunjukkan antara muka profil pengguna yang melibatkan proses kemaskini input seperti *username*, *password*, *email*, dan lain lain seperti pada rajah dan butang Update.



Rajah 10 Antara muka Profil Pengguna

c. Modul Pengesan Inframerah

Rajah 11 menunjukkan model dan antara muka profil pengguna yang melibatkan proses pengesan inframerah mengesan, menerima dan mengemaskini data untuk memaparkan kekosongan tempat parkir secara nyata pada aplikasi.



Rajah 11 Model Parkir Pengesan Inframerah



Rajah 12 Antara muka Pengesan Inframerah

d. Modul Status Parkir

Rajah 13 dan Rajah 14 menunjukkan antara muka status yang memaparkan status yang berbeza mengikut situasi dan kekosongan tempat parkir pada aplikasi.



Rajah 13 Antara muka Status Parkir



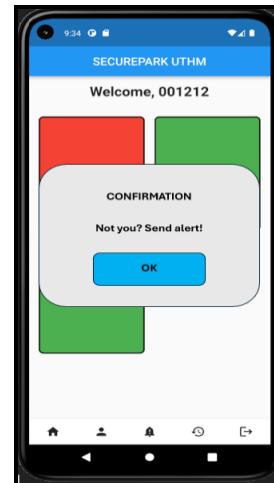
Rajah 14 Antara muka Status Parkir

e. Modul Keselamatan

Rajah 15 dan Rajah 16 menunjukkan antara muka keselamatan yang memaparkan *display popup* sekiranya pengesanan inframerah mengesan pergerakan kenderaan tanpa pengesahan.



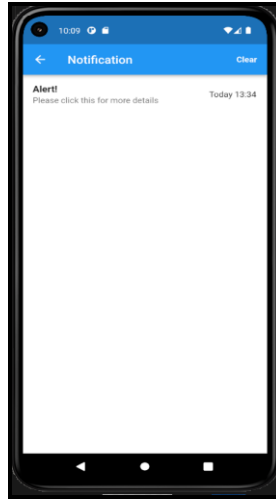
Rajah 15 Antara muka Keselamatan



Rajah 16 Antara muka Keselamatan

f. Modul Notifikasi Amaran

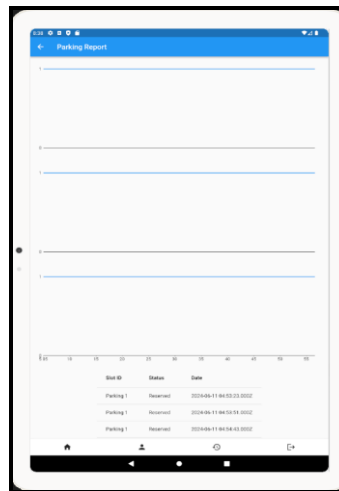
Rajah 17 memaparkan antara muka notifikasi amaran yang memaparkan notifikasi kepada pengguna dan pentadbir atas pergerakan kenderaan tanpa pengesahan yang dikesan.



Rajah 17 Antara muka Keselamatan

g. Modul Laporan

Rajah 18 menunjukkan antara muka laporan yang boleh dijana oleh pentadbir berdasarkan rekod melibatkan parkir yang dikumpul.



Rajah 18 Antara muka Keselamatan

5.2 Pengujian

Bahagian penulisan kes ujian ini adalah penting dalam proses pengujian sistem dan penting untuk menilai tahap kefungsian setiap modul. Ujian kefungsian dan ujian penerimaan pengguna dan merupakan kaedah yang telah dipilih untuk melakukan bagi fasa pengujian ini.

5.2.1 Ujian Kefungsian

5.2.1.1 Pendaftaran Akaun dan Modul Log Masuk

Jadual 5 menunjukkan kes ujian untuk modul Pendaftaran Akaun dan Log Masuk. Terdapat sejumlah 3 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk mengesahkan sama ada pengguna baharu dibenarkan mendaftar untuk akaun, log masuk ke dalam aplikasi dan sama ada aplikasi akan menyekat log masuk jika bukti kelayakan yang salah dimasukkan. **Jadual 5** menunjukkan bahawa ketiga-tiga (3) ujian telah lulus.

Jadual 5 Kes Ujian untuk Pendaftaran Akaun dan Modul Log Masuk

Modul Pendaftaran Akaun dan Log Masuk				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M1-1	Untuk menyemak sama ada pengguna boleh mendaftar untuk akaun	Pengguna sepatutnya boleh mencipta akaun	Pengguna berjaya mencipta akaun baharu	Lulus
M1-2	Untuk menyemak sama ada pentadbir dan pengguna boleh log masuk ke dalam sistem	Pengguna seharusnya boleh log masuk ke dalam	Pengguna berjaya log masuk ke aplikasi	Lulus
M1-3	Untuk menyemak sama ada aplikasi akan menyekat log masuk apabila bukti kelayakan yang salah dimasukkan	Aplikasi harus mengehadkan log masuk apabila bukti kelayakan yang salah telah dimasukkan	Aplikasi menyekat log masuk apabila bukti kelayakan yang salah atau tiada kelayakan telah dimasukkan.	Lulus

5.2.1.2 Modul Profil Pengguna

Jadual 6 menunjukkan kes ujian untuk modul Profil Pengguna. Terdapat sejumlah 3 kes ujian untuk modul yang bertujuan untuk memastikan maklumat profil pengguna yang betul boleh dipapar, memastikan pengguna dapat mengemaskini maklumat profil mereka dan memastikan pengguna dapat melihat profil yang telah dikemaskini. **Jadual 6** menunjukkan bahawa ketiga-tiga (3) ujian telah lulus.

Jadual 6 Kes Ujian untuk Modul Profil Pengguna

Modul Profil Pengguna				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M2-1	Untuk memastikan maklumat profil pengguna yang betul boleh dipapar	Pengguna seharusnya dapat melihat paparan maklumat profil mereka yang betul	Pengguna dapat melihat maklumat profil mereka yang betul	Lulus
M2-2	Untuk memastikan pengguna dapat mengemaskini maklumat profil mereka	Pengguna seharusnya dapat mengemaskini maklumat profil mereka	Pengguna berjaya mengemaskini maklumat profil mereka dengan betul	Lulus
M2-3	Untuk memastikan pengguna dapat melihat profil yang telah dikemaskini	Pengguna seharusnya dapat melihat profil yang telah dikemaskini	Pengguna berjaya melihat profil yang telah dikemaskini	Lulus

5.2.1.3 Modul Pengesan Inframerah

Jadual 7 menunjukkan kes ujian untuk modul Pengesan Inframerah. Terdapat sejumlah 2 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk memastikan pengguna dapat melihat kekosongan parkir melalui aplikasi dan memastikan aplikasi dapat berhubung dengan pengesan inframerah. **Jadual 7** menunjukkan bahawa kedua-dua (2) ujian telah lulus.

Jadual 7 Kes Ujian untuk Modul Pengesan Inframerah

Modul Pengesan Inframerah				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M3-1	Untuk memastikan pengguna dapat melihat kekosongan parkir melalui aplikasi	Pengguna seharusnya dapat melihat kekosongan parkir melalui aplikasi	Pengguna dapat melihat kekosongan parkir melalui aplikasi	Lulus
M3-2	Untuk memastikan aplikasi dapat berhubung dengan pengesan inframerah	Aplikasi seharusnya dapat berhubung dengan pengesan inframerah sewaktu digunakan oleh pengguna	Aplikasi dapat berhubung dengan pengesan inframerah sewaktu digunakan oleh pengguna	Lulus

5.2.1.4 Modul Status Parkir

Jadual 8 menunjukkan kes ujian untuk modul Status Parkir. Terdapat sejumlah 2 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk memastikan pengguna dapat melihat status parkir sebelum memilih tempat parkir dan memastikan pengguna dapat melihat perubahan status parkir sewaktu menggunakan aplikasi. **Jadual 8** menunjukkan bahawa kedua-dua (2) ujian telah lulus.

Jadual 8 Kes Ujian untuk Modul Status Parkir

Modul Status Parkir				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M4-1	Untuk memastikan pengguna dapat melihat status parkir sebelum memilih tempat parkir	Pengguna seharusnya dapat melihat status parkir sebelum memilih tempat parkir	Pengguna berjaya melihat status parkir sebelum memilih tempat parkir	Lulus
M4-2	Untuk memastikan pengguna dapat melihat perubahan status parkir sewaktu menggunakan aplikasi	Pengguna seharusnya dapat melihat perubahan status parkir sewaktu menggunakan aplikasi	Pengguna berjaya melihat perubahan status parkir sewaktu menggunakan aplikasi	Lulus

5.2.1.5 Modul Keselamatan

Jadual 9 menunjukkan kes ujian untuk modul Keselamatan. Terdapat sejumlah 2 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk memastikan pengguna dapat menerima *display popup* pengesahan sekiranya berlaku cubaan kecurian terhadap kenderaan mereka dan memastikan pengguna dapat menekan butang pada *display popup* untuk pemilihan pengesahan. **Jadual 9** menunjukkan bahawa kedua-dua (2) ujian telah lulus.

Jadual 9 Kes Ujian untuk Modul Keselamatan

Modul Keselamatan				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M5-1	Untuk memastikan pengguna dapat menerima <i>display popup</i> pengesahan sekiranya berlaku cubaan kecurian terhadap kenderaan mereka	Pengguna seharusnya menerima <i>display popup</i> pengesahan sekiranya berlaku cubaan kecurian terhadap kenderaan mereka	Pengguna berjaya menerima <i>display popup</i> pengesahan sekiranya berlaku cubaan kecurian terhadap kenderaan mereka	Lulus
M5-2	Untuk memastikan pengguna dapat menekan butang pada <i>display popup</i> untuk pemilihan pengesahan	Pengguna seharusnya menekan butang pada <i>display popup</i> untuk pemilihan pengesahan	Pengguna berjaya menekan butang pada <i>display popup</i> untuk pemilihan pengesahan	Lulus

5.2.1.6 Modul Notifikasi Amaran

Jadual 10 menunjukkan kes ujian untuk modul Notifikasi Amaran. Terdapat sejumlah 2 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk memastikan pengguna dapat menerima notifikasi amaran sekiranya kenderaan dicuri dari tempat parkir dan memastikan pengguna dapat memaparkan notifikasi amaran yang diterima. **Jadual 10** menunjukkan bahawa kedua-dua (2) ujian telah lulus.

Jadual 10 Kes Ujian untuk Modul Notifikasi Amaran

Modul Notifikasi Amaran				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M6-1	Untuk memastikan pengguna dapat menerima notifikasi amaran sekiranya kenderaan dicuri dari tempat parkir.	Pengguna seharusnya menerima notifikasi amaran sekiranya kenderaan dicuri dari tempat parkir.	Pengguna berjaya menerima notifikasi amaran sekiranya kenderaan dicuri dari tempat parkir.	Lulus
M6-2	Untuk memastikan pengguna dapat memaparkan notifikasi amaran yang diterima	Pengguna seharusnya dapat memaparkan notifikasi amaran yang diterima	Pengguna berjaya memaparkan notifikasi amaran yang diterima	Lulus

5.2.1.7 Modul Laporan

Jadual 11 menunjukkan kes ujian untuk modul Laporan. Terdapat sejumlah 2 kes ujian untuk modul ini. Tujuan ujian ini adalah untuk memastikan memastikan pentadbir dapat menjana laporan berdasarkan data penggunaan parkir dan memastikan pentadbir dapat menjana laporan berdasarkan data notifikasi amaran yang dipicu.

Jadual 11 menunjukkan bahawa kedua-dua (2) ujian telah lulus.

Jadual 11 Kes Ujian untuk Modul Laporan

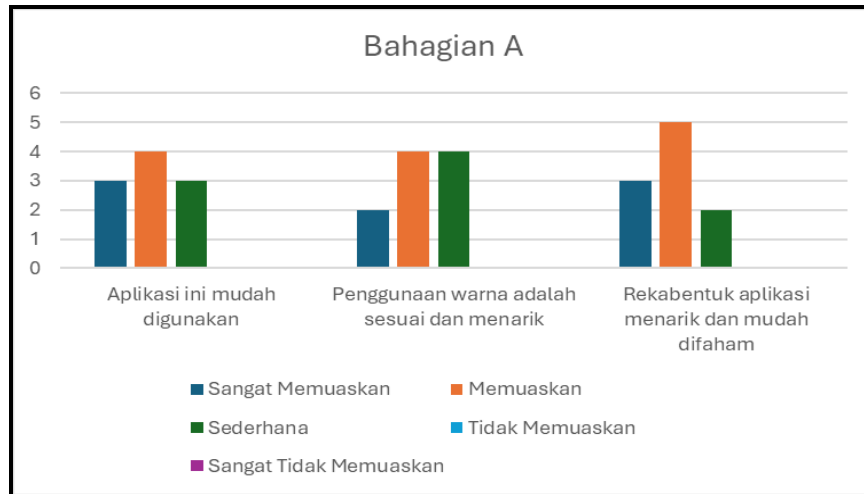
Modul Laporan				
ID Kes Ujian	Penerangan	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status
M7-1	Untuk memastikan pentadbir dapat menjana laporan berdasarkan data penggunaan parkir	Pentadbir seharusnya boleh menjana laporan berdasarkan data penggunaan parkir	Pentadbir berjaya menjana laporan berdasarkan data penggunaan parkir	Lulus
M7-2	Untuk memastikan pentadbir dapat menjana laporan berdasarkan data notifikasi amaran yang dipicu	Pentadbir dapat menjana laporan berdasarkan data notifikasi amaran yang dipicu	Pentadbir berjaya menjana laporan berdasarkan data notifikasi amaran yang dipicu	Lulus

5.2.2 Ujian Penerimaan Pengguna

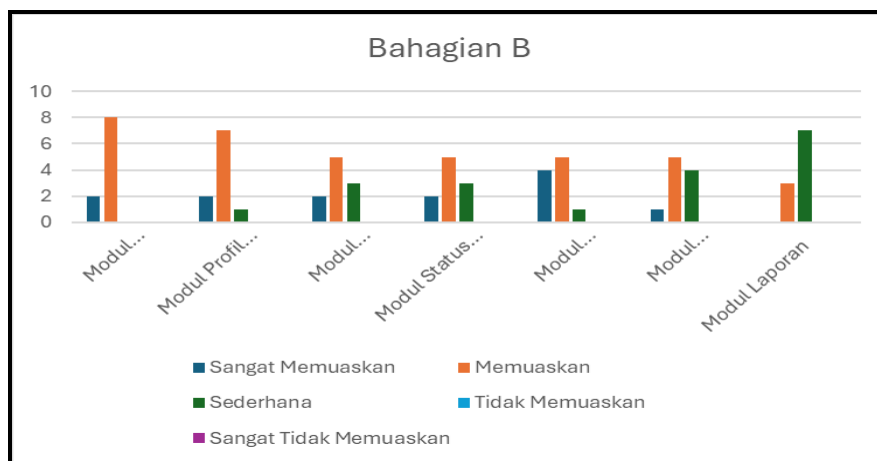
Borang pengesahan untuk pengujian oleh pengguna telah disediakan melalui soal selidik menggunakan Google Form, rujuk Lampiran A.

5.2.2.1 Keputusan Ujian Pengguna

Seramai 10 orang responden telah terlibat dalam ujian ini, dimana melibatkan campuran kakitangan di Kolej Perwira UTHM dan penduduk di Kolej Perwira UTHM. Borang ini telah dibahagi kepada 2 bahagian iaitu Bahagian A bagi Penilaian Antara muka manakala Bahagian B memfokuskan Penilaian Modul Fungsi Aplikasi. Maklum balas mereka dikumpul dan dirangka dalam bentuk carta untuk analisis. **Rajah 19** menunjukkan hasil Penilaian Antaramuka manakala **Rajah 20** menunjukkan hasil Penilaian Modul Fungsi Aplikasi.



Rajah 19 Carta Hasil Penilaian Antara muka



Rajah 20 Carta Hasil Penilaian Modul Fungsi Aplikasi

6. Kesimpulan

Kesimpulannya, Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM yang dibangunkan telah berjaya dalam meningkatkan pengurusan tempat letak kereta serta memenuhi keperluan pengguna. Kajian yang dijalankan menunjukkan bahawa penyepaduan pemantauan data masa nyata, antara muka mesra pengguna dan penderia termaju dengan ketara meningkatkan kecekapan tempat letak kereta dan kepuasan pengguna. Aplikasi yang dibina ini dilihat mampu menunjukkan keberkesannya dalam mengoptimalkan penggunaan ruang letak kereta, memastikan keselamatan pengguna dan menyampaikan pemberitahuan tepat pada masanya. Tumpuan pada interaksi lancar antara pengguna dan pentadbir, bersama-sama dengan ciri seperti penderia inframerah, mempamerkan pendekatan komprehensifnya. Untuk cadangan penambahbaikan yang akan datang, penambahan ciri-ciri yang lebih maju seperti integrasi dengan sistem navigasi untuk meningkatkan pengalaman pengguna sesuai untuk mengekalkan keberkesanan aplikasi ini dalam menangani cabaran tempat letak kereta moden.

Kelebihan Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM termasuklah pengurusan parkir yang dipertingkatkan melalui teknologi IoT yang menyediakan maklumat masa nyata mengenai ketersediaan tempat letak kereta serta mengurangkan masa mencari tempat. Selain itu, keselamatan ditingkatkan dengan sensor inframerah yang memantau serta memberi amaran tentang aktiviti mencurigakan bagi kenderaan yang di parkir. Antara muka mesra pengguna membolehkan pengguna memeriksa ketersediaan, menerima notifikasi, dan menguruskan profil dengan mudah. Tambahan pula, kebolehskalaan aplikasi ini membolehkan ia disesuaikan dan diperluas untuk digunakan di pelbagai lokasi lain, termasuk universiti dan tempat awam.

Terdapat beberapa kelemahan bagi Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar Securepark Untuk Kolej Perwira UTHM yang dikenalpasti seperti pertama, kos persediaan awal untuk pemasangan sensor dan pembangunan aplikasi memerlukan pelaburan yang signifikan. Kedua, penyelenggaraan berkala sensor dan

infrastruktur sistem diperlukan untuk memastikan prestasi optimum. Ketiga, sistem ini sangat bergantung kepada sambungan internet yang stabil untuk kemas kini masa nyata dan notifikasi, yang mungkin tidak selalu tersedia. Keempat, memastikan semua pengguna menerima dan sentiasa menggunakan aplikasi boleh menjadi cabaran, yang boleh mempengaruhi keberkesanan keseluruhan aplikasi. Terakhir, pengguna mungkin mempunyai kebimbangan mengenai data yang dikumpulkan oleh sistem, memerlukan langkah-langkah privasi yang kukuh.

Setelah menyelidik pengujian dari pengguna, beberapa penambahbaikan yang boleh dijalankan untuk Aplikasi Tempat Letak Kenderaan Pintar Securepark Untuk Kolej Perwira UTHM termasuk menambah ciri-ciri yang lebih maju seperti kemampuan tempahan dan integrasi dengan sistem navigasi untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Selain itu, alat analitik data yang lebih canggih akan dibangunkan untuk memberikan wawasan mendalam tentang corak penggunaan parkir dan membantu dalam pengoptimuman pengurusan parkir. Aplikasi ini juga dirancang untuk pelaksanaan yang lebih luas ke kolej dan tempat awam lain, menunjukkan kebolehskalaan dan kebolehsesuaian sistem. Langkah keselamatan tambahan seperti pengecaman wajah atau pengecaman plat nombor boleh dilaksanakan untuk meningkatkan keselamatan kenderaan.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi penghargaan kepada Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan dan dorongannya sepanjang proses menjalani projek ini.

Rujukan

- [1] Syed, "KOLEJ KEDIAMAN PERWIRA - Portal Rasmi PRP UTHM," kolejkediaman.uthm.edu.my, 2023. <https://kolejkediaman.uthm.edu.my/index.php/kolej-kediaman-3/kktsn>
- [2] M. Jemmali, L. K. B. Melhim, M. T. Alharbi, A. Bajahzar, and M. N. Omri, "Smart-parking management algorithms in smart city," *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, p. 6533, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10076-4>.
- [3] Yamani, "(PDF) Car Park System: A Review of Smart Parking System and its Technology," *ResearchGate*, 2009. https://www.researchgate.net/publication/26593976_Car_Park_System_A_Review_of_Smart_Parking_System_and_its_Technology
- [4] "Program the ESP8266 with the Arduino IDE in 3 simple steps | Ubidots Help Center," *help.ubidots.com*. <https://help.ubidots.com/en/articles/928408-program-the-esp8266-with-the-arduino-ide-in-3-simple-steps> (accessed Jun. 13, 2024).
- [5] R. Maurya, "Running PHP Files in Visual Studio Code with XAMPP: A Step-by-Step Guide," *H2S Media*, Dec. 01, 2023. <https://www.how2shout.com/how-to/running-php-files-in-visual-studio-code-with-xampp-a-step-by-step-guide.html>
- [6] "Beginners Guide to Arduino IDE and Arduino programming," *Circuit Digest - Electronics Engineering News, Latest Products, Articles and Projects*, <https://circuitdigest.com/article/getting-started-with-arduino-programming-using-arduino-ide>.
- [7] S. Ahmad, "BAB 6 Analisis Keperluan Latihan | PDF," *Scribd*, 2023. <https://www.scribd.com/doc/264803556/BAB-6-Analisis-Keperluan-Latihan>

Lampiran

Lampiran A-1 Penilaian Antara Muka

Aplikasi Tempat Letak Kendaraan Pintar SecurePark Untuk Kolej Perwira UTHM

faizulnajmi3078@gmail.com [Switch account](#)

Not shared

Bahagian A

1 - Sangat Tidak Memuaskan
2 - Tidak Memuaskan
3 - Sederhana
4 - Memuaskan
5 - Sangat Memuaskan

Aplikasi ini mudah digunakan

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Memuaskan Sangat Memuaskan

Penggunaan warna adalah sesuai dan menarik

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Memuaskan Sangat Memuaskan

Rekabentuk aplikasi menarik dan mudah difaham

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Memuaskan Sangat Memuaskan

Lampiran A-2 Penilaian Modul Fungsi Aplikasi

Bahagian B	
Modul Pendaftaran dan Log Masuk	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan
Modul Profil Pengguna	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan
Modul Pengesanan Inframerah	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan
Modul Status Parkir	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan
Modul Keselamatan	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan
Modul Laporan	
	1 2 3 4 5
Sangat Tidak Memuaskan	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
	Sangat Memuaskan