

SISTEM KEHADIRAN PINTAR FTSM MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BIOMETRIK

**RUBASHIENY A/P MOOGAN
DR. ZAINAL RASYID BIN MAHAYUDDIN**

**Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia**

Abstrak

Projek ini membangunkan sebuah Sistem Kehadiran Pintar untuk Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat (FTSM) menggunakan teknologi pengecaman wajah. Sistem ini direka untuk menangani kelemahan kaedah kehadiran konvensional seperti rekod manual yang terdedah kepada ketidaktepatan, risiko kehadiran proksi, dan proses pelaporan yang tidak efisien. Penyelesaian yang dicadangkan ialah sebuah aplikasi mudah alih Android yang membolehkan pensyarah merekod kehadiran pelajar secara automatik melalui imbasan wajah. Data biometrik pelajar didaftarkan oleh pensyarah dan disimpan dengan selamat di Firebase Storage, manakala rekod kehadiran dicatat dalam Firebase Realtime Database bersama cap masa untuk pengesanan kelewatan. Pembangunan sistem ini menggunakan Model Pembangunan Inkremental dan seni bina MVVM dengan bahasa pengaturcaraan Kotlin. Hasil projek ini ialah sebuah prototaip aplikasi yang berfungsi sepenuhnya, membolehkan pensyarah mengurus data pelajar, merekod kehadiran, dan menjana laporan terus dari peranti mudah alih. Sistem ini berjaya membuktikan kebolehlaksanaan penggunaan teknologi pengecaman wajah dalam konteks akademik, berpotensi meningkatkan kecekapan pentadbiran dan integriti data kehadiran di FTSM.

Abstract

This project details the development of a Smart Attendance System for the Faculty of Technology and Information Science (FTSM), utilizing facial recognition technology. The system is designed to address the shortcomings of conventional attendance methods, such as manual records, which are prone to inaccuracies, proxy attendance risks, and inefficient reporting. The proposed solution is a native Android mobile application that allows lecturers to automatically record student attendance via facial scanning. Student biometric data is registered by the lecturer and securely stored in Firebase Storage, while attendance records are logged in Firebase Realtime Database with precise timestamps for lateness detection. The system was developed using the Incremental Development Model and an MVVM architecture with the Kotlin programming language. The project's outcome is a fully functional application prototype, enabling lecturers to manage student data, record attendance, and generate reports directly from their mobile devices. This system successfully demonstrates the feasibility of implementing facial recognition technology in an academic context, offering the potential to enhance administrative efficiency and the integrity of attendance data at FTSM.

1.0 PENGENALAN

Kehadiran pelajar dalam sesuatu kuliah merupakan antara aspek penting yang dinilai dalam sistem pendidikan tinggi. Kehadiran bukan sekadar mencerminkan disiplin dan komitmen pelajar terhadap pembelajaran, tetapi turut menjadi salah satu indikator prestasi dalam kursus tertentu, terutamanya kursus berasaskan praktikal atau kerja berkumpulan. Namun begitu, pengurusan kehadiran yang masih menggunakan kaedah manual seperti tandatangan dalam buku kehadiran atau borang fizikal menjadi semakin ketinggalan zaman dan tidak lagi bersesuaian dengan arus perkembangan teknologi masa kini.

Kaedah manual ini mudah dimanipulasi, contohnya melalui kehadiran proksi iaitu pelajar meminta rakan untuk menandatangani bagi pihak mereka. Tambahan pula, borang fizikal mudah

hilang, rusak, atau tertinggal, menyebabkan rekod kehadiran menjadi tidak lengkap atau tidak sah. Kaedah ini juga menambah beban kepada pensyarah yang terpaksa menyemak, menyimpan, dan menganalisis rekod kehadiran secara manual, yang mana boleh menjejaskan kecekapan pengurusan masa mereka.

Dalam era pasca-pandemik yang menyaksikan perubahan besar ke arah digitalisasi dan automasi dalam pelbagai aspek kehidupan, penggunaan teknologi dalam pengurusan kehadiran pelajar seharusnya menjadi keutamaan. Maka, timbul keperluan untuk membangunkan satu sistem kehadiran pintar yang dapat mengatasi segala kelemahan sistem tradisional ini.

Projek ini bertujuan untuk membangunkan sistem kehadiran pintar yang menggunakan teknologi pengesanan wajah sebagai kaedah utama pencatatan kehadiran. Dengan menggunakan aplikasi Android yang dibangunkan menggunakan bahasa pengaturcaraan Kotlin dan kerangka Firebase, pensyarah hanya perlu menggunakan telefon pintar untuk mengimbas wajah pelajar yang hadir. Sistem ini bukan sahaja mencatat kehadiran secara automatik dengan cap masa, tetapi juga menyimpan data secara masa nyata ke dalam awan dan mampu menjana laporan kehadiran dalam format PDF.

Sistem ini dijangka dapat memberikan penyelesaian yang lebih efisien, tepat dan telus kepada pengurusan kehadiran pelajar, serta menyumbang kepada peningkatan produktiviti pensyarah dan integriti akademik secara keseluruhan.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, penggunaan teknologi biometrik dalam sistem kehadiran telah menjadi tumpuan utama dalam penyelidikan berkaitan automasi dan pengurusan data dalam pelbagai sektor, termasuk sektor pendidikan. Antara teknologi biometrik yang paling awal digunakan ialah pengesanan cap jari. Sistem ini telah terbukti berkesan dari segi pengesahan identiti, namun ia mempunyai beberapa kekangan, terutamanya dari segi kebersihan, keperluan peranti khas, serta ketidakselesaan pengguna apabila perlu menyentuh peranti pengimbas. Dalam era pasca pandemik yang mengutamakan sistem tanpa sentuhan, teknologi pengesanan cap jari

dilihat kurang sesuai, terutamanya dalam persekitaran pendidikan yang melibatkan ramai pengguna.

Sebaliknya, teknologi pengecaman wajah semakin mendapat tempat sebagai alternatif yang lebih praktikal dan mesra pengguna. Pengecaman wajah mempunyai kelebihan dari segi pelaksanaan kerana ia tidak memerlukan sentuhan fizikal dan hanya memerlukan kamera biasa yang tersedia pada kebanyakan telefon pintar. Ini menjadikannya lebih mudah diintegrasikan ke dalam sistem mudah alih tanpa memerlukan kos tambahan untuk perkakasan khas. Kajian oleh Prasetyo et al. (2021) menunjukkan bahawa teknologi pengecaman wajah mempunyai tahap ketepatan yang tinggi dalam mengenal pasti individu secara unik, sekali gus menjadikannya sesuai untuk digunakan dalam sistem kehadiran pelajar.

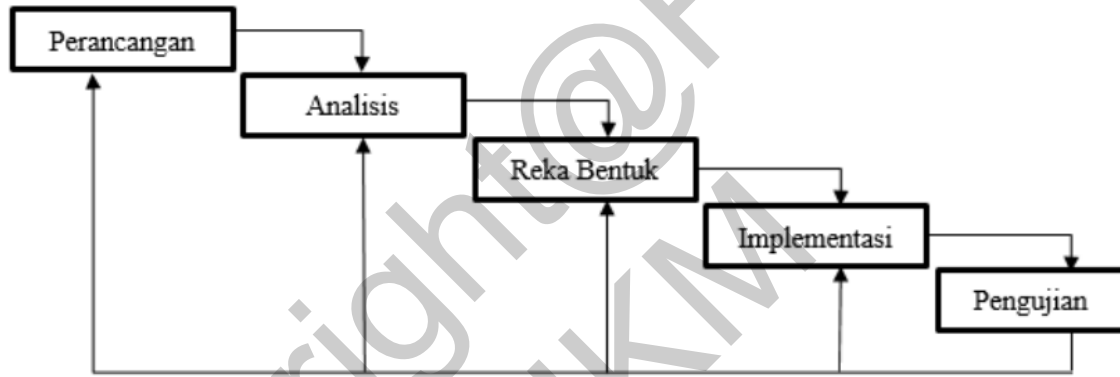
Selain daripada kajian akademik, beberapa penyelesaian komersial seperti TimeTec dan ZKTeco turut menawarkan sistem pengecaman wajah yang digunakan secara meluas dalam organisasi korporat. Walau bagaimanapun, sistem ini didapati kurang sesuai untuk institusi pendidikan dari segi kos pelaksanaan, fleksibiliti penggunaan, serta keperluan penyelenggaraan sistem yang kompleks. Oleh itu, pembangunan sistem yang bersifat lebih ringan, fleksibel dan kos efektif seperti aplikasi mudah alih berasaskan Android menjadi satu keperluan.

Dari sudut pembangunan aplikasi, penggunaan Firebase sebagai backend sistem telah banyak dikaji dan diiktiraf sebagai satu penyelesaian yang sangat sesuai untuk pembangunan aplikasi mudah alih. Firebase menyediakan pelbagai fungsi penting seperti penyimpanan data secara masa nyata (Realtime Database), pengesahan pengguna (Authentication), serta storan imej dan fail (Firebase Storage). Tambahan pula, Firebase sangat mudah untuk diintegrasikan dengan sistem berasaskan Android, menjadikannya pilihan yang ideal bagi pembangunan sistem kehadiran pintar berasaskan pengecaman wajah.

Keseluruhannya, sorotan literatur menunjukkan bahawa penggunaan teknologi pengecaman wajah bersama platform Firebase bukan sahaja mampu menangani isu kehadiran dalam konteks pendidikan, malah menyokong keperluan kepada sistem yang moden, mesra pengguna dan berskala untuk pelaksanaan yang lebih luas dalam institusi akademik.

3.0 METODOLOGI

Bagi memastikan pembangunan sistem ini dilaksanakan secara tersusun dan sistematik, projek ini menggunakan pendekatan Model Pembangunan Inkremental (Incremental Development Model). Model ini dipilih kerana ia membenarkan pembangunan dilakukan secara berperingkat, di mana setiap komponen sistem dibina, diuji, dan ditambah baik dari semasa ke semasa. Kaedah ini sesuai digunakan dalam projek berskala sederhana seperti ini kerana ia memberikan fleksibiliti dalam pembangunan serta membolehkan perubahan atau penambahbaikan dibuat tanpa menjejaskan keseluruhan sistem.



Rajah 1 : Kitaran Fasa yang Diaplikasikan dalam Setiap Inkremen Pembangunan

Proses pembangunan sistem ini dibahagikan kepada empat fasa utama, iaitu:

Fasa 1: Analisis Keperluan

Dalam fasa ini, maklumat mengenai keperluan pengguna telah dikumpul melalui pemerhatian dan kajian terhadap kaedah pengurusan kehadiran sedia ada. Penekanan diberikan kepada keperluan pensyarah sebagai pengguna utama sistem. Hasil daripada fasa ini adalah senarai spesifikasi fungsi yang perlu dimasukkan ke dalam sistem serta keperluan teknikal sistem secara keseluruhan.

Fasa 2: Reka Bentuk Sistem

Reka bentuk antara muka pengguna (UI) telah dibangunkan dengan menitikberatkan aspek kemudahan penggunaan (usability) dan mesra pengguna (user-friendly). Antara muka ini direka agar boleh digunakan oleh pensyarah tanpa memerlukan sebarang latihan teknikal yang mendalam. Selain itu, reka bentuk pangkalan data juga dirancang bagi memastikan data kehadiran dapat disimpan dan diakses dengan berkesan melalui integrasi dengan Firebase.

Fasa 3: Pembangunan Sistem

Dalam fasa ini, aplikasi dibangunkan menggunakan Android Studio dengan bahasa pengaturcaraan Kotlin, yang merupakan pilihan standard untuk pembangunan aplikasi Android moden. Sistem ini mengintegrasikan beberapa komponen teknologi utama seperti Firebase Realtime Database untuk penyimpanan data kehadiran secara masa nyata, Firebase Authentication untuk keselamatan dan pengesahan pengguna, serta Firebase Storage untuk penyimpanan gambar wajah pelajar. Bagi melaksanakan pengecaman wajah, sistem menggunakan CameraX API, manakala PDF Generator Library digunakan untuk menghasilkan laporan kehadiran dalam format PDF.

Fasa 4: Ujian dan Penilaian

Setelah sistem siap dibangunkan, aplikasi diuji dalam persekitaran simulasi terlebih dahulu bagi memastikan setiap fungsi berjalan seperti yang dirancang. Kemudian, ujian lanjut dijalankan dalam persekitaran sebenar bagi menilai keberkesanan pengecaman wajah, ketepatan rekod kehadiran, dan kemudahan penggunaan antara muka. Maklum balas daripada pengguna ujian digunakan untuk penambahbaikan akhir sistem.

Pendekatan metodologi yang digunakan ini membolehkan pasukan pembangunan mengenal pasti kelemahan dan memperbaikinya lebih awal dalam proses pembangunan. Ia juga memastikan sistem akhir yang dihasilkan adalah stabil, mesra pengguna dan menepati keperluan sebenar pengguna sasaran.

4.0 HASIL

4.1 Pembangunan Sistem

Proses pembangunan aplikasi ini mengikuti Model Pembangunan Inkremental yang telah dirancang dalam Bab 1. Pembangunan dilaksanakan secara berperingkat, memfokuskan kepada pembangunan modul-modul utama secara berasingan sebelum diintegrasikan menjadi satu sistem yang lengkap. Pembangunan aplikasi ini dijalankan dalam persekitaran yang standard untuk pembangunan aplikasi mudah alih Android. Android Studio (versi Giraffe) telah digunakan sebagai Persekitaran Pembangunan Bersepadu (IDE) utama, manakala bahasa pengaturcaraan yang dipilih ialah Kotlin, selaras dengan amalan terbaik yang disyorkan oleh Google. Keseluruhan infrastruktur backend diuruskan oleh Google Firebase, yang merangkumi Authentication, Realtime Database, dan Storage.

Proses pembangunan ini dibahagikan kepada tiga peringkat utama:

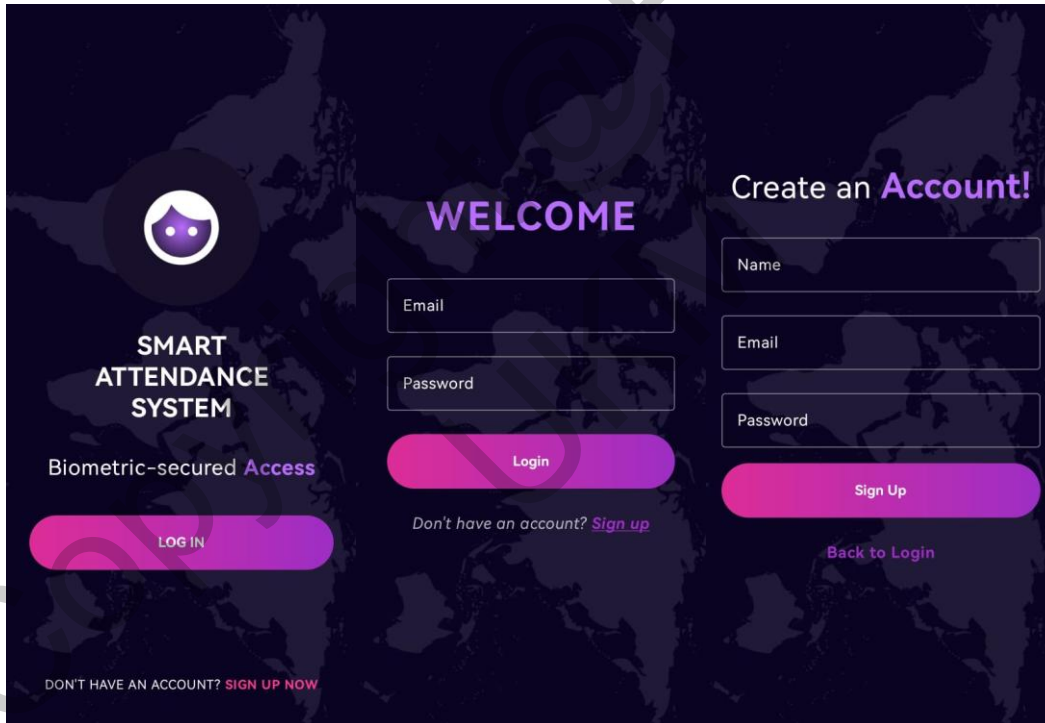
- **Penyediaan Infrastruktur Backend:** Melibatkan penciptaan projek Firebase dan konfigurasi perkhidmatan yang diperlukan.
- **Pembangunan Logik Teras:** Melibatkan pengekodan kelas `FirestoreRepository` yang mengandungi semua fungsi untuk berinteraksi dengan pangkalan data.
- **Pembangunan Antara Muka Pengguna (UI):** Melibatkan penterjemahan reka bentuk dari Canva kepada kod Jetpack Compose yang berfungsi dan menghubungkannya dengan `ViewModel`.

4.2 Antara Muka Pengguna

Bahagian ini mempamerkan reka bentuk visual dan aliran antara muka pengguna (UI) bagi aplikasi Sistem Kehadiran Pintar FTSM yang digunakan sepenuhnya oleh pensyarah.

4.2.1 Aliran Permulaan: Pendaftaran dan Log Masuk

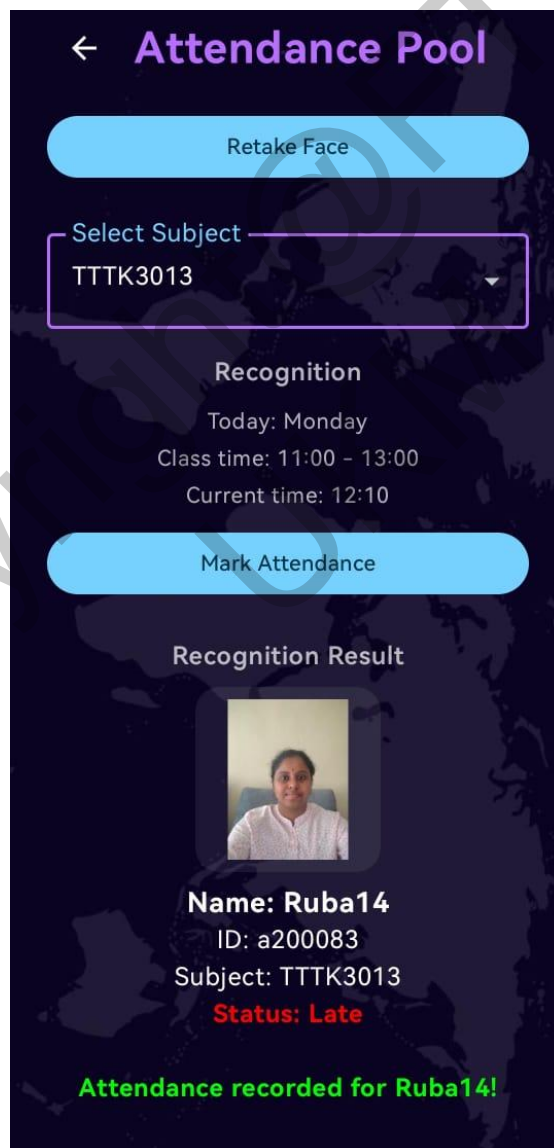
Rajah 2 mempamerkan aliran permulaan untuk pengguna. Skrin pendaratan (WelcomeScreen) memberikan pengenalan ringkas kepada sistem. Pengguna baharu boleh mendaftar melalui skrin SignupScreen dengan memasukkan nama, e-mel, dan kata laluan. Pengguna sedia ada pula boleh log masuk melalui LoginScreen.



Rajah 2: Skrin Permulaan, Pendaftaran, dan Log Masuk

4.2.2 Aliran Pelajar: Proses Merekod Kehadiran

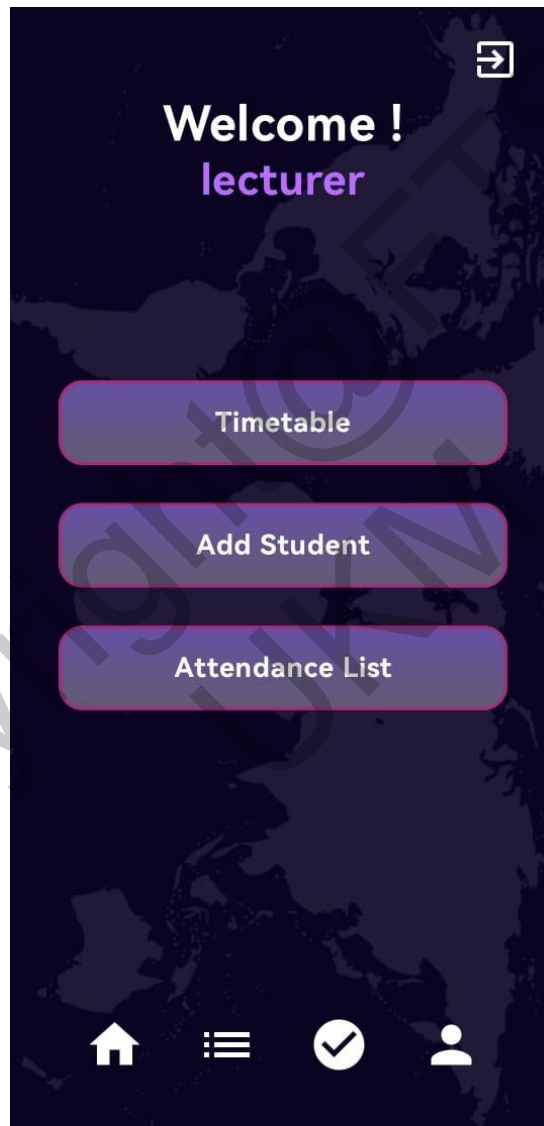
Rajah 3 menunjukkan skrin teras aplikasi di mana pensyarah merekod kehadiran. Setelah memilih subjek dari senarai jantai-bawah (drop-down list), pensyarah akan menekan butang "Mark Attendance" untuk mengaktifkan kamera. Sistem kemudian akan melakukan pengecaman wajah secara masa nyata terhadap pelajar di dalam kelas. Apabila wajah pelajar yang sah dikenali, maklumat seperti nama, ID, dan status kehadiran akan dipaparkan dengan serta-merta sebagai pengesahan visual kepada pensyarah sebelum data disimpan



Rajah 3: Skrin Perekodan Kehadiran Pelajar (Attendance Pool)

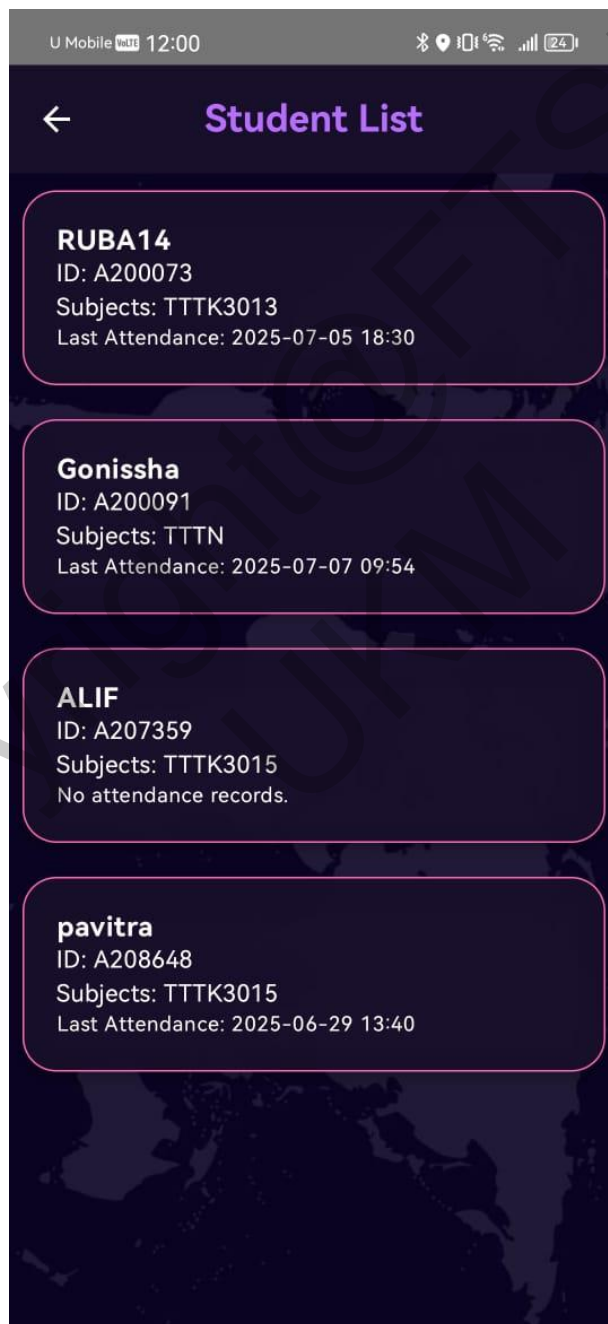
4.2.3 Aliran Pensyarah: Pengurusan dan Pemantauan

Rajah 4 ini menunjukkan papan pemuka utama (HomeScreen) untuk pensyarah selepas log masuk. Ia berfungsi sebagai pusat kawalan yang memaparkan butang navigasi utama ke fungsi-fungsi penting seperti Timetable, Add Student, dan Attendance List.



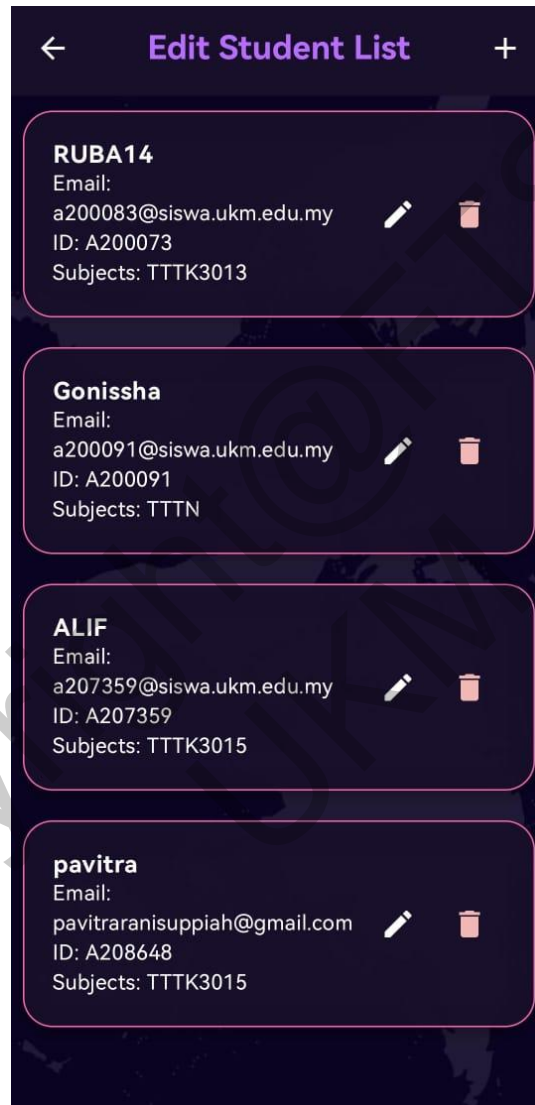
Rajah 4: Skrin Utama (Dashboard) Pensyarah

Rajah 5 ini menunjukkan paparan senarai pelajar (StudentListScreen) yang boleh diakses oleh pensyarah. Setiap pelajar dipaparkan dalam bentuk kad, lengkap dengan nama, ID, subjek yang diambil, dan cap masa kehadiran terakhir. Ini memberikan gambaran pantas tentang status kehadiran terkini setiap pelajar.



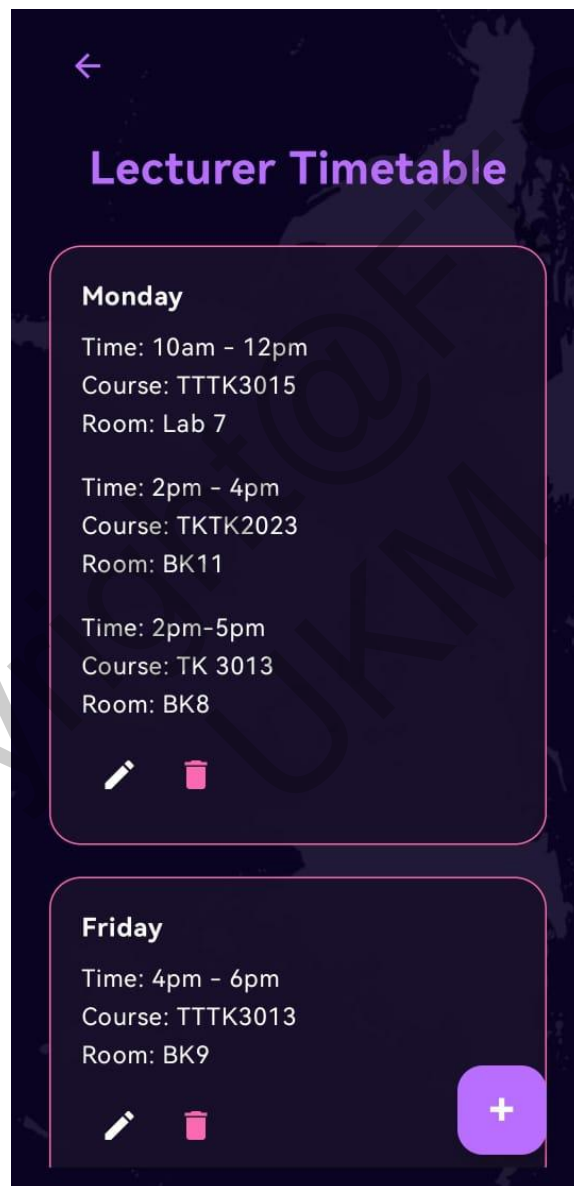
Rajah 5: Skrin Senarai Pelajar

Rajah 6 memaparkan fungsi pengurusan pelajar (EditStudentListScreen). Dari skrin ini, pensyarah boleh mengemas kini butiran pelajar atau memadam rekod pelajar daripada sistem menggunakan ikon pensel dan tong sampah yang disediakan.



Rajah 6: Skrin Kemas Kini Senarai Pelajar

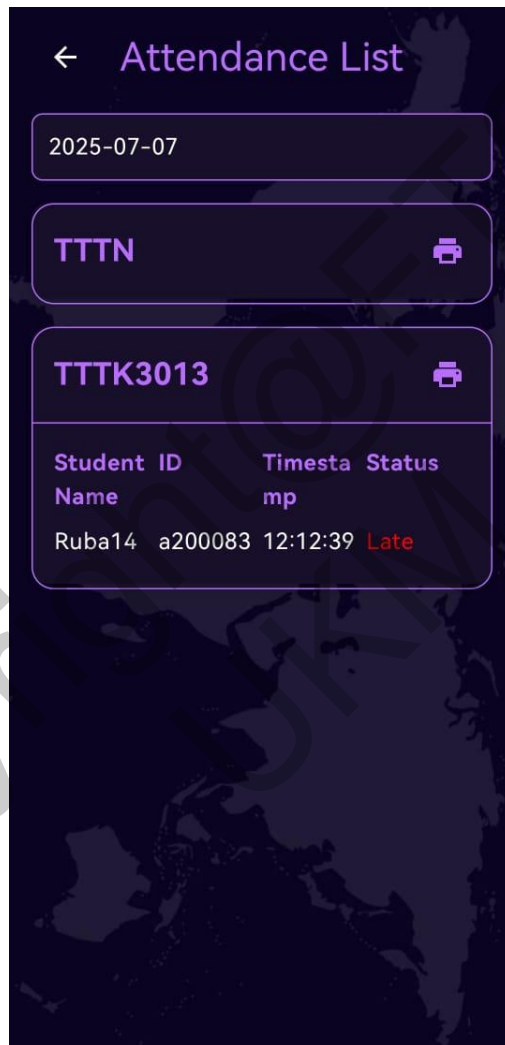
Rajah 7 menunjukkan bagaimana pensyarah boleh melihat dan mengurus jadual waktu mereka (Lecturer Timetable). Jadual disusun mengikut hari (cth., Monday, Friday), dan setiap slot kelas memaparkan maklumat masa, kod kursus, dan lokasi. Butang tambah (+) membolehkan pensyarah menambah slot kelas baharu.



Rajah 7: Skrin Jadual Waktu Pensyarah

4.2.4 Fungsi Pelaporan dan Notifikasi

Rajah 8 menunjukkan antara muka senarai kehadiran (AttendanceListScreen) dari perspektif pensyarah. Pensyarah boleh menapis paparan mengikut tarikh dan subjek. Senarai ini memaparkan nama pelajar, ID, cap masa, dan status kehadiran (Late/Present) untuk subjek yang dipilih, memudahkan proses pemantauan.



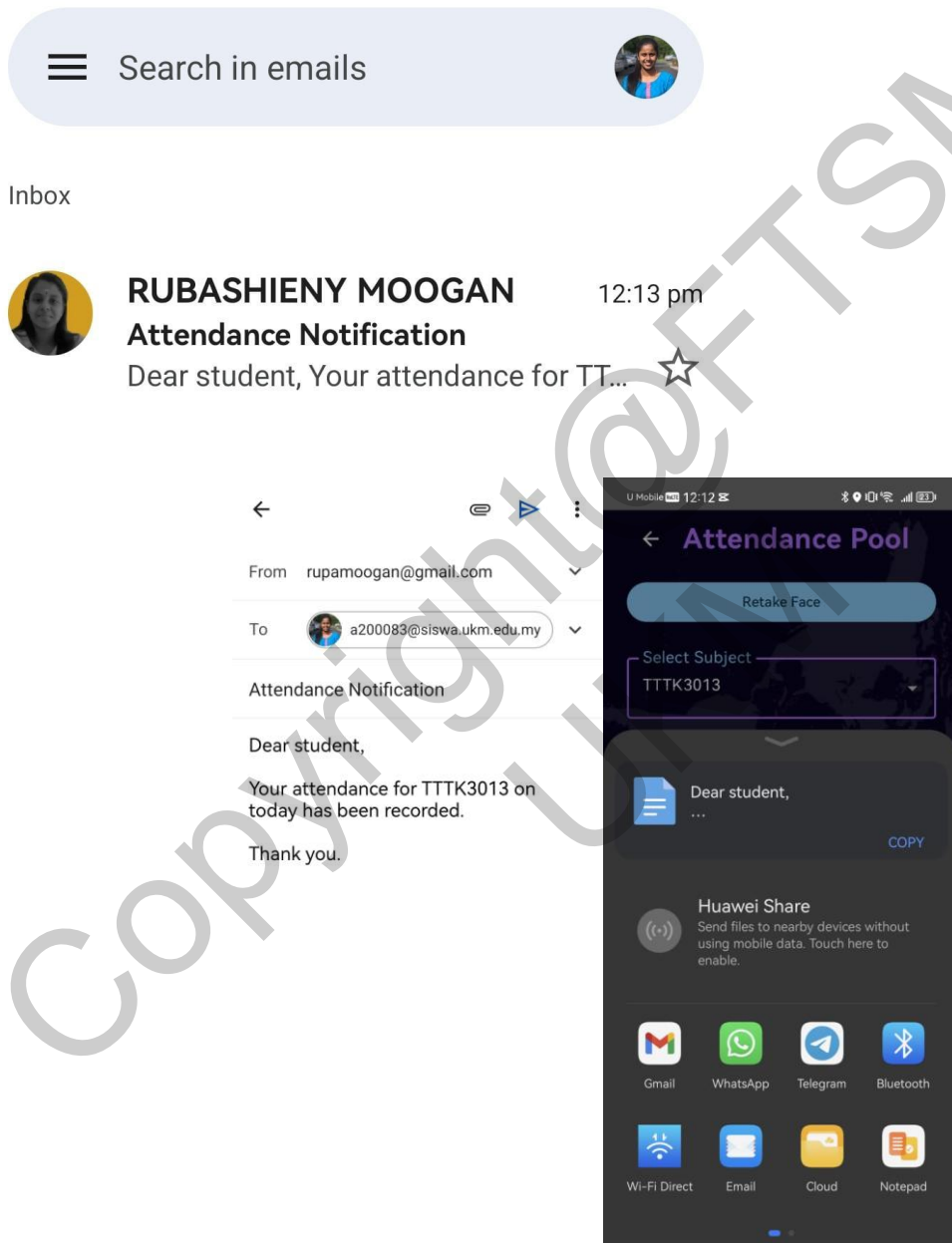
Rajah 8: Skrin Senarai Kehadiran Mengikut Subjek

Rajah 9 menunjukkan contoh laporan kehadiran yang boleh dijana dalam format PDF. Laporan ini mengandungi maklumat lengkap termasuk nama pensyarah, fakulti, subjek, dan tarikh, beserta senarai kehadiran pelajar yang terperinci. Fungsi ini penting untuk tujuan dokumentasi dan audit.

Attendance Report				
Lecturer: Test				
Faculty: FTSM				
Subject: TTTK3013				
Date: 2025-07-07				
Student Name	ID	Timestamp	Status	Late By
Ruba14	a200083	12:12:39	Late	1h 12m

Rajah 9: Contoh Laporan Kehadiran (Format PDF)

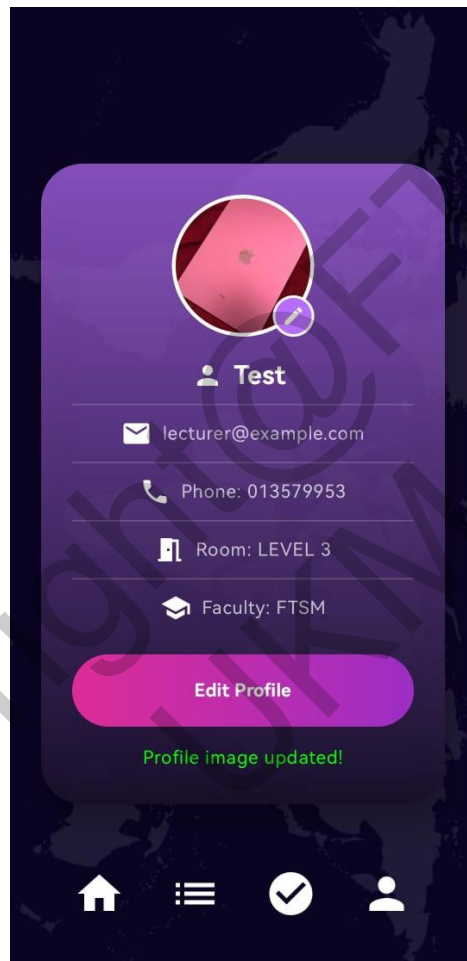
Rajah 10 menunjukkan fungsi notifikasi e-mel yang dihantar kepada pelajar selepas kehadiran mereka berjaya direkodkan. E-mel ini berfungsi sebagai pengesahan segera, menyatakan bahawa kehadiran untuk subjek tertentu pada hari tersebut telah disimpan dalam sistem, meningkatkan ketelusan dan keyakinan pengguna.



Rajah 10: Contoh Notifikasi Kehadiran Melalui E-mel

4.2.5 Pengurusan Profil Pengguna

Rajah 11 memaparkan skrin profil pengguna (ProfileScreen), yang boleh diakses oleh pensyarah yang sedang log masuk. Ia memaparkan maklumat peribadi seperti nama, e-mel, nombor telefon, dan fakulti. Pengguna boleh mengemas kini maklumat atau gambar profil mereka melalui butang Edit Profile.



Rajah 11: Skrin Profil Pengguna

Kesimpulannya, reka bentuk antara muka pengguna yang dipaparkan dalam Rajah 1 hingga 11 menunjukkan satu set skrin yang komprehensif dan bersepadu. Setiap skrin telah direka bentuk dengan tujuan yang jelas, daripada memudahkan proses pendaftaran dan log masuk, sehinggalah kepada pengurusan data kehadiran dan penjanaan laporan. Penggunaan elemen reka bentuk yang konsisten dan aliran navigasi yang intuitif memastikan pengalaman pengguna yang lancar,

sekaligus mencapai matlamat untuk menghasilkan sebuah aplikasi yang efisien, moden, dan mesra pengguna.

4.3 Ujian Unit

4.3.1 Ringkasan Keputusan Ujian Fungsian

Semua kes ujian fungsian berjaya dijalankan. Setiap senario menghasilkan keputusan yang dijangka, membuktikan kestabilan logik sistem dalam Jadual 1.

Jadual 1: Keputusan Ujian Fungsian

ID Kes Ujian	Tajuk	Hasil Sebenar	Status
TC-FUNC-01	Pendaftaran Pengguna	Semua senario berjalan seperti dijangka. Tiada crash atau mesej ralat yang salah.	LULUS
TC-FUNC-02	Log Masuk Pengguna	Pengguna sah berjaya log masuk dan senario gagal dipaparkan dengan betul.	LULUS
TC-FUNC-03	Perekodan Kehadiran	Kehadiran berjaya direkodkan dengan tepat. Sistem menolak wajah tidak sah.	LULUS

4.3.2 Keputusan Ujian Penerimaan Pengguna (UAT)

Soal selidik diberikan kepada 10 pengguna selepas mereka melengkapkan semua fungsi utama. Jadual 2 berikut ialah keputusan kuantitatif:

Jadual 2: Keputusan UAT - Skor Purata 10 Pengguna

No	Soalan	Skor Purata (5.0)
1	Proses pendaftaran mudah difahami	4.9
2	Log masuk mudah tanpa isu	5.0
3	Fungsi kehadiran jelas dan pantas	4.9
4	Navigasi aplikasi senang digunakan	4.8
5	Secara keseluruhan aplikasi memuaskan	5.0

Skor purata melebihi 4.8 menunjukkan penerimaan pengguna sangat tinggi. Tiada isu besar dikesan semasa ujian.

4.3.3 Keputusan Ujian Kebolehgunaan

Jadual 3 adalah dari sudut reka bentuk dan kebolehgunaan, responden menilai antaramuka secara positif.

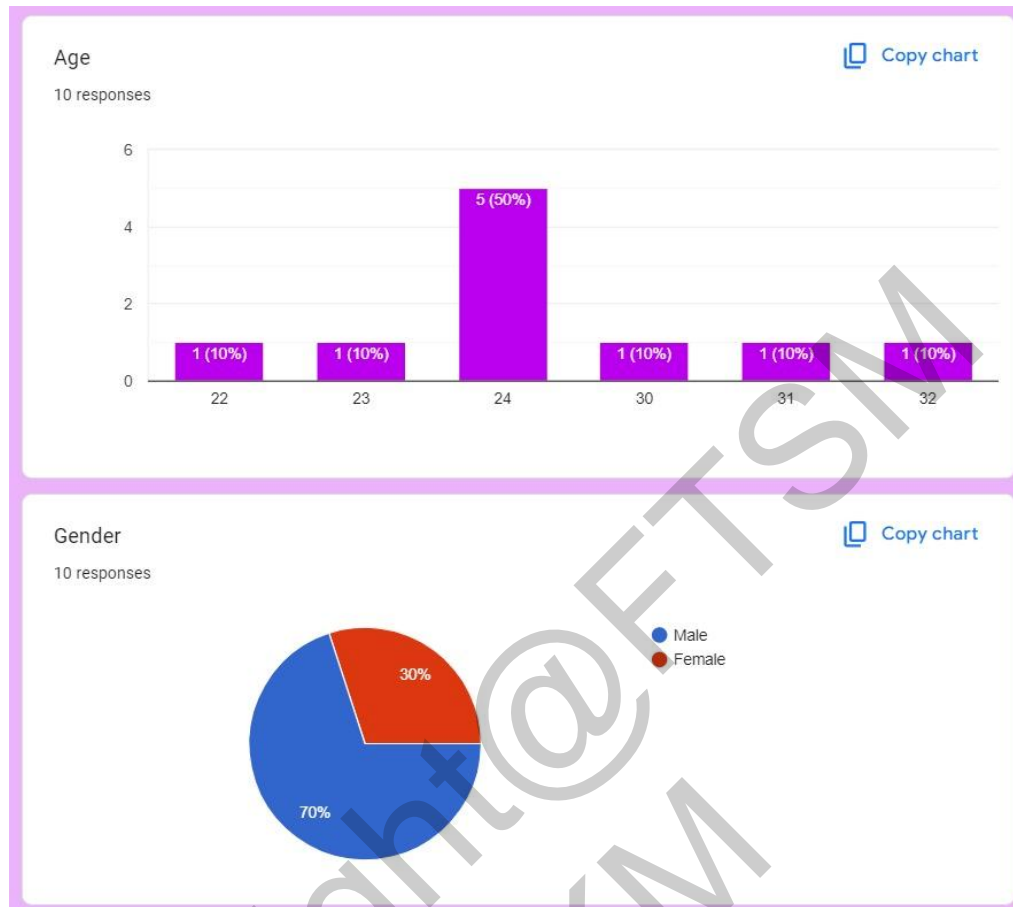
Jadual 3: Ujian Kebolehgunaan - Penilaian UI/UX

No	Aspek Dinilai	Skor Purata
1	Reka bentuk antaramuka menarik	4.8
2	Teks dan butang mudah dibaca	4.9
3	Fungsi mudah dicapai	4.8
4	Navigasi mudah difahami	4.9
5	Aplikasi selesa digunakan	5.0

Semua ujian dilaksanakan mengikut piawaian dan berjaya tanpa isu kritikal. - Skor tinggi dari UAT dan Kebolehgunaan membuktikan aplikasi stabil, mudah digunakan dan bersedia digunakan oleh pengguna sebenar. - Implikasi: Sistem boleh diteruskan ke fasa pengeluaran dengan keyakinan tinggi.

A. Demografi dan Latar Belakang Pengguna

Sampel ujian Rajah 12 terdiri daripada 70% lelaki dan 30% perempuan, dengan majoriti (50%) berumur 24 tahun. Latar belakang menunjukkan bahawa responden adalah pengguna teknologi yang aktif, di mana 90% daripada mereka menggunakan aplikasi mudah alih "Kerap" atau "Sangat Kerap". Ini mengesahkan bahawa maklum balas mereka adalah matang dan berdasarkan pengalaman yang luas. Penting untuk diperhatikan bahawa 60% responden tidak pernah menggunakan aplikasi kehadiran sebelum ini, menjadikan penilaian mereka terhadap kebolehgunaan sistem ini sangat bernilai.



Rajah 12: Profil Demografi dan Latar Belakang Responden Ujian

B. Analisis Terperinci Mengikut Bahagian

Berikut adalah analisis mendalam bagi setiap bahagian dalam soal selidik, menggunakan skala Likert 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju).

- Bahagian A: Pendaftaran & Log Masuk**

Hasil ujian menunjukkan proses permulaan yang sangat lancar. 100% responden memberikan skor 4 atau 5 untuk kemudahan proses pendaftaran, manakala proses log masuk mendapat skor yang lebih tinggi dengan 80% responden memberikannya skor tertinggi (5/5). Ini membuktikan integrasi dengan Firebase Authentication adalah stabil dan mesra pengguna.

- **Bahagian B: Pengurusan Kehadiran & Fungsi Teras**

Fungsi paling kritikal aplikasi ini dinilai sangat positif. 90% responden (9 daripada 10) bersetuju bahawa fungsi menandakan kehadiran adalah mudah dicari dan digunakan. Kejelasan paparan status selepas imbasan juga mendapat markah tinggi, dengan 70% responden memberikan skor 5/5. Ini mengesahkan bahawa aliran kerja teras aplikasi adalah berjaya.

- **Bahagian C: Navigasi & Kebolegunaan**

Kebolegunaan aplikasi secara keseluruhan adalah cemerlang. 90% responden mendapati susun atur aplikasi adalah kemas dan teratur. Manakala 100% responden memberikan skor 4 atau 5 untuk kemudahan navigasi, menunjukkan reka bentuk aliran skrin adalah logik dan intuitif.

- **Bahagian D: Prestasi & Kestabilan**

Aspek teknikal aplikasi menunjukkan prestasi yang sangat baik. 90% responden melaporkan bahawa aplikasi berprestasi lancar tanpa lengah masa yang signifikan dan 90% juga mengesahkan bahawa aplikasi tidak ranap (crash) semasa penggunaan. Ini membuktikan kualiti kod dan pengoptimuman yang telah dilakukan adalah berkesan.

- **Bahagian E: Antara Muka & Pengalaman Pengguna (UI/UX)**

Reka bentuk visual aplikasi berjaya menarik minat pengguna. 70% responden memberikan skor tertinggi (5/5) untuk daya tarikan visual aplikasi. Selain itu, 80% responden memberikan skor 5/5 untuk kejelasan teks dan butang. Secara keseluruhan, 100% responden berasa selesai menggunakan aplikasi ini secara berkala, menandakan kejayaan dari segi reka bentuk UX.

C. Maklum Balas Kualitatif

Bahagian komen terbuka dalam soal selidik tidak menerima sebarang cadangan penambahbaikan yang kritikal. Sebaliknya, maklum balas yang diterima adalah sangat positif dan memberangsangkan, termasuk komen seperti "the app is perfect" dan "Well Done!". Ketiadaan aduan atau cadangan perubahan yang besar ini mengukuhkan lagi hasil data kuantitatif, iaitu pengguna berpuas hati dengan produk semasa.

5.0 Kesimpulan

Secara keseluruhan, projek ini telah berjaya membuktikan keberkesanan sistem kehadiran pintar berasaskan teknologi pengesanan wajah dalam konteks pengurusan kehadiran pelajar di institusi pengajian tinggi. Sistem ini bukan sahaja menyelesaikan pelbagai kelemahan yang terdapat dalam kaedah pencatatan kehadiran manual seperti kehadiran proksi, kelewatan pemprosesan data, dan risiko kehilangan dokumen, malah turut memperkenalkan pendekatan baharu yang lebih moden, efisien dan selamat. Dengan pelaksanaan sistem ini, proses pencatatan kehadiran menjadi lebih pantas, tepat, dan bebas daripada manipulasi manusia. Setiap data kehadiran dicatat secara automatik dan disimpan dalam masa nyata ke pangkalan data awanan.

Selain itu, sistem ini turut menyumbang kepada peningkatan kecekapan tugas pensyarah dan integriti data kehadiran pelajar. Pensyarah tidak lagi perlu meluangkan masa untuk menyemak borang kehadiran manual atau menyediakan laporan kehadiran secara konvensional. Pembangunan aplikasi mudah alih berasaskan Android yang menggunakan Firebase sebagai backend menjadikan sistem ini ringan, pantas, dan mudah digunakan dalam pelbagai persekitaran termasuk bilik kuliah, makmal, dan kelas dalam talian. Secara keseluruhannya, projek ini telah mencapai matlamatnya dan menunjukkan potensi untuk dikembangkan ke peringkat yang lebih tinggi.

5.1 Kekuatan dan Kekangan Sistem

Antara kekuatan utama sistem ini ialah kemampuannya untuk melaksanakan pengecaman wajah secara automatik dan masa nyata tanpa memerlukan peranti khas. Ini memudahkan pensyarah dalam merekod kehadiran pelajar menggunakan hanya telefon pintar yang dilengkapi dengan kamera. Teknologi Firebase pula digunakan untuk memastikan data kehadiran disimpan dengan selamat dan boleh diakses secara masa nyata oleh pengguna yang diberi kebenaran. Keupayaan sistem menjana laporan kehadiran dalam format PDF turut menjadi nilai tambah yang memudahkan dokumentasi dan pelaporan kehadiran kepada pihak pengurusan.

Antara muka pengguna yang ringkas dan intuitif turut menjadi kelebihan sistem kerana tidak memerlukan latihan teknikal untuk menggunakannya. Sistem ini juga direka dengan mengambil kira kemudahan penggunaan oleh pensyarah tanpa latar belakang teknologi maklumat, menjadikan ia mudah diterima pakai dalam kalangan warga akademik.

Namun begitu, terdapat juga beberapa kekangan yang dikenal pasti sepanjang pelaksanaan projek. Pertama ialah keperluan kepada pencahayaan yang mencukupi untuk memastikan pengecaman wajah dapat dilakukan dengan tepat. Sekiranya pencahayaan tidak memadai atau berlaku gangguan persekitaran seperti cahaya belakang yang kuat, sistem mungkin gagal mengenal pasti wajah pelajar. Kedua, sistem ini sangat bergantung kepada sambungan internet yang stabil untuk menyimpan data kehadiran ke dalam pangkalan data awanan. Ini boleh menjadi kekangan sekiranya sistem digunakan di kawasan yang mempunyai capaian internet yang lemah atau tidak tersedia. Ketiga, sistem juga bergantung kepada kebolehan kamera peranti mudah alih, yang mana mungkin berbeza dari segi kualiti dan resolusi.

5.2 Cadangan Penambahbaikan

Bagi meningkatkan lagi kebolehgunaan dan prestasi sistem ini, beberapa penambahbaikan telah dicadangkan. Pertama, pembinaan mod luar talian (offline mode) amat digalakkan bagi membolehkan data kehadiran disimpan secara tempatan apabila tiada capaian internet dan diselaraskan secara automatik apabila sambungan tersedia semula. Ini akan memastikan data tidak hilang dan pengguna tidak terganggu dalam menjalankan tugas.

Kedua, sistem boleh ditambah baik dengan fungsi pemberitahuan atau notifikasi kepada pelajar mengenai kehadiran mereka atau status kelewatan melalui aplikasi atau emel. Dengan adanya makluman ini, pelajar akan lebih peka terhadap kehadiran mereka dan dapat mengambil tindakan susulan jika berlaku sebarang kesilapan atau kelewatan.

Ketiga, integrasi sistem ini dengan pangkalan data universiti atau sistem pengurusan akademik sedia ada akan membolehkan data kehadiran diurus secara berpusat dan lebih sistematik. Tambahan pula, sistem juga boleh diperluaskan dengan membenarkan pelajar untuk menyemak dan mengakses rekod kehadiran mereka secara sendiri melalui portal atau aplikasi khas. Ini bukan sahaja menambah ciri interaktif sistem, malah memberi kepercayaan kepada pelajar terhadap ketelusan data yang direkod.

Selain itu, sistem juga boleh dipertingkatkan dari segi keselamatan dengan melaksanakan lapisan pengesahan berganda bagi pengguna yang mengakses data kehadiran. Seterusnya, algoritma pengecaman wajah juga boleh dinaik taraf bagi meningkatkan ketepatan dalam pelbagai keadaan persekitaran termasuk pencahayaan rendah atau keadaan muka sebahagian terlindung.

Dengan pelaksanaan cadangan-cadangan ini, sistem kehadiran pintar ini dapat ditambah baik dan berpotensi untuk diaplikasikan secara lebih meluas dalam pelbagai institusi pendidikan di masa hadapan. Ia bukan sahaja mampu mengubah cara pengurusan kehadiran dilakukan, malah berupaya menyokong agenda pendigitalan pendidikan negara.

6.0 PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi kesyukuran kepada Tuhan kerana telah mengurniakan saya kekuatan, kesihatan, dan kebijaksanaan untuk menyelesaikan tesis ini. Tanpa petunjuk dan rahmat-Nya, saya tidak akan mampu mengharungi segala cabaran yang ditempuhi sepanjang proses penyelidikan ini.

Seterusnya, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada kedua-dua ibu bapa saya atas sokongan moral, emosi, dan material yang tidak pernah putus. Kepercayaan mereka terhadap keupayaan saya telah menjadi sumber kekuatan untuk terus maju. Doa dan kasih sayang mereka merupakan tunjang utama kejayaan saya dan inspirasi sepanjang perjalanan ini.

Ucapan terima kasih yang istimewa saya tujukan kepada penyelia saya, Dr. Zainal Rasyid bin Mahayuddin, atas bimbingan, nasihat, dan sokongan berterusan yang telah diberikan. Kepakaran serta komitmen beliau dalam bidang ini telah memberikan saya panduan yang amat bernilai. Saya amat menghargai kesabaran dan dedikasi beliau dalam membimbing saya melalui setiap peringkat penyelidikan ini.

Akhir sekali, jutaan terima kasih saya ucapkan kepada Fakulti Sains dan Teknologi serta Universiti Kebangsaan Malaysia atas penyediaan kemudahan yang lengkap dan persekitaran akademik yang menyokong sepanjang proses penyediaan tesis ini. Tanpa kerjasama dan sokongan semua pihak, penyelidikan ini tidak akan dapat disempurnakan dengan jayanya.

7.0 RUJUKAN

- Adewole, K. S., Abdulsalam, S. O., Babatunde, R. S., Shittu, T. M., & Oloyede M. O. (2014). Development of Fingerprint Biometric Attendance System for Non-Academic Staff in a Tertiary Institution. *Computer Engineering and Intelligent Systems*, 5(2).
- Charleer, S., Santos, J.L., Klerkx, J., Duval, E.: Improving teacher awareness through activity, badge and content visualizations. In: International Conference on Web-Based Learning, pp. 143–152. Springer (2014)
- Hoo, S. C., & Ibrahim, H. (2019). Biometric-based attendance tracking system for education sectors: A literature survey on hardware requirements. In *Journal of Sensors* (Vol. 2019). <https://doi.org/10.1155/2019/7410478>
- Jain, T., Tomar, U., Arora, U., & Jain, S. (2020). IOT based biometric attendance system. *International Journal of Electrical Engineering and Technology*, 11(2).
- Kairouz, P., McMahan, H. B., Avent, B., Bellet, A., Bennis, M., Bhagoji, A. N., ... & Zhao, S. (2021). *Advances and open problems in federated learning*. Foundations and Trends® in Machine Learning, 14(1–2), 1–210. <https://doi.org/10.1561/22000000083>
- Kirmani, M. (2017). Impact of Biometric Attendance System on Secondary and Higher Secondary Educational Institutions Across J&K. *Oriental Journal of Computer Science and Technology*, 10(2). <https://doi.org/10.13005/ojcst/10.02.06>
- Lasisi, H. O., Ajibade, B. R., Ajayi, O. C., Obiyemi, O. O., Thakur, S. C., & Adetiba, E. (2021). Implementation of cloud-based biometric attendance system for educators in a

developing country. *Journal of Physics: Conference Series*, 2034(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2034/1/012018>

Mir, G. M., Balkhi, A. A., Lala, N. A., Sofi, N. A., Kirmani, M. M., Mir, I. A., & Arif Hamid, H. (2018). The Benefits of Implementation of Biometric Attendance System. *Oriental Journal of Computer Science and Technology*, 11(1).
<https://doi.org/10.13005/ojst11.01.09>

Mishra, A., Kamble, R., Pare, V., & Sahu, R. (2020). Multimodal Biometric Attendance System. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3568531>

Permatasari, D., & Jakaria, D. A. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM KEHADIRAN MENGGUNAKAN RFID (Radio Frequency Identification) BERBASIS IoT (Internet of Thing). *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, 11(2).
<https://doi.org/10.51530/jutekin.v11i2.799>

Prince Ana, Ukoette Jeremiah Ekah, & Emmanuel Oyo-Ita. (2022). IOT-based biometric attendance system for CRUTECH. *International Journal of Science and Research Archive*, 5(1). <https://doi.org/10.30574/ijsra.2022.5.1.0035>

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). *Edge computing: Vision and challenges*. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>

Smitha, N., Hegde, N. P. S., & Afshin, N. (2020). Face Recognition based Attendance Management System. *International Journal of Engineering Research And*, V9(05).
<https://doi.org/10.17577/ijertv9is050861>

TimeTec. (2022, June 28). Haier Malaysia Centralizes Attendance Data with TimeTec TA.
<https://www.timeteccloud.com/news/2022/06/28/haier-malaysia-centralizes-attendance-data-with-timetec-ta/>

World of Buzz. (2018, July 5). Malaysian University revealed to have epic new way of taking attendance - WORLD OF BUZZ. WORLD OF BUZZ.
<https://worldofbuzz.com/malaysian-university-revealed-epic-new-way-taking-attendance/>

RUBASHIENY A/P MOOGAN (A200083)

DR. ZAINAL RASYID BIN MAHAYUDDIN

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia