

# ANALISIS IMPLEMENTASI SMARTPHONE ANDROID DAN MODUL ESP32-CAM UNTUK SISTEM ABSENSI MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION

*Yuyun Hana Natbais, Ali Warsito, Jonshon Tarigan dan Ari Bangkit Sanjaya Umbu*

*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui, Kota Kupang, 85001, Indonesia*

*e-mail: ali.warsito@staf.undana.ac.id*

## Abstrak

*Sistem absensi merupakan tata cara sebuah instansi untuk melakukan pencatatan kehadiran seseorang. Salah satu tantangan yang sering muncul dalam melakukan absensi adalah terjadinya kecurangan terutama dalam perkuliahan, karena sistem absensi yang digunakan masih manual. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibuat sebuah aplikasi yang diberi nama Presence Record by Face untuk absensi dengan mengimplementasikan teknologi biometrik Face Recognition yang memanfaatkan model pengenalan wajah FaceNet dan mobile FaceNet. Model pengenalan wajah ini berbasis deep learning, menggunakan jaringan saraf tiruan Convolution Neural Network (CNN) untuk mengekstraksi fitur wajah yang unik sehingga menghasilkan vektor embedding yang memungkinkan perbandingan dan pengenalan wajah dengan akurasi tinggi. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh menggunakan modul ESP32-Cam yang memiliki resolusi 2MP, aplikasi absensi yang sudah dibuat berhasil melakukan pengenalan gambar wajah termasuk pengambilan gambar wajah dari samping, pengambilan gambar wajah menggunakan masker dan kaca mata serta pengambilan gambar wajah pada anak kembar. Aplikasi memiliki tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 100%, dengan jarak maksimal pengambilan gambar 2 meter. Meskipun semua data absensi berhasil disimpan di Firebase, aplikasi belum berhasil memanggil kembali embedding wajah yang tersimpan di Firebase sehingga untuk pengenalan wajah aplikasi lebih mengandalkan penyimpanan lokal, dimana 83% data absensi disimpan di Firebase dan 17% data absensi menggunakan penyimpanan lokal.*

**Kata kunci:** *android studio; ESP32-Cam; firebase; FaceNet; Mobile FaceNet.*

## Abstract

*An attendance system is a method employed by an organization to record an individual's presence. One of the recurring challenges in attendance tracking, particularly in educational settings, is the occurrence of dishonesty due to the continued use of manual attendance systems. To address this issue, an application named "Presence Record by Face" was developed to implement Face Recognition biometric technology, utilizing the FaceNet and mobile FaceNet face recognition models. This face recognition model is based on deep learning and employs Convolutional Neural Networks (CNN) to extract unique facial features, resulting in embedding vectors that allow for high-accuracy facial comparison and recognition. Through testing with the ESP32-Cam module with a 2MP resolution, the developed attendance application successfully recognized facial images, including side profiles, images with masks and glasses, and even those of identical twins, achieving a 100% facial recognition accuracy with a maximum image capture distance of 2 meters. While all attendance data is stored in Firebase, the application currently faces a challenge in retrieving stored facial embeddings from Firebase, thus relying more on local storage, with 83% of attendance data being saved in Firebase and 17% using local storage.*

**Keywords:** *android studio, ESP32-Cam; Firebase; FaceNet, Mobile FaceNet.*

## PENDAHULUAN

Absensi sebagai pencatatan kehadiran individu di sebuah instansi, memiliki peran penting dalam pengelolaan sumber daya

manusia (*Human Resource Management*). Penggunaan absensi dibagi menjadi absensi manual, di mana penerapannya berupa tanda tangan dengan pena, dan absensi non-manual,

yang mengandalkan teknologi komputerisasi [1]. Data absensi menjadi tolak ukur keaktifan seseorang di dalam sebuah instansi. Namun, baik absensi manual maupun absensi non-manual masih memiliki kekurangan, seperti potensi manipulasi data dan jika dalam perkuliahan keterlibatan dosen masih diperlukan dalam memverifikasi kehadiran.

Teknologi biometrik telah menjadi salah satu inovasi yang memungkinkan autentikasi dengan tingkat akurasi tinggi melalui karakteristik fisiologis manusia. Beberapa metode dalam teknologi biometrik, seperti penggunaan sidik jari (*finger print*), penggunaan retina mata serta DNA, telah berhasil menggunakan karakteristik fisik dan perilaku manusia untuk tujuan autentikasi. Karakteristik fisik seperti sidik jari, siluet tangan, pola wajah, pola gigi, dan iris mata diketahui memiliki kestabilan lebih tinggi, sementara karakteristik perilaku seperti tanda tangan dan pola ucapan, memiliki dasar fisiologis yang relatif stabil namun dapat dipengaruhi oleh faktor psikologis [2].

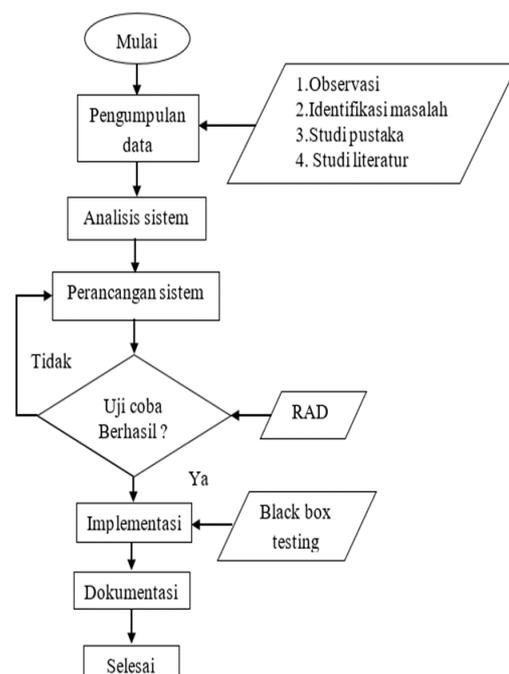
*Face recognition* menggunakan wajah secara keseluruhan, ekstraksi fitur wajah, dan memiliki kemampuan mengenali wajah melalui video *real-time*. Oleh karena itu, dalam upaya mengatasi permasalahan absensi manual, penulis membuat sebuah aplikasi yang diberi nama *Presence Record by Face*. Aplikasi ini mengimplementasikan teknologi biometrik *face recognition* dengan memanfaatkan model pengenalan wajah FaceNet dan mobile FaceNet. Model pengenalan wajah ini berbasis *deep learning*, menggunakan *Convolution Neural Network (CNN)* untuk mengekstraksi fitur wajah unik, menghasilkan vektor embedding yang memungkinkan pengenalan wajah dengan akurasi tinggi. Tujuan penelitian ini ada tiga yaitu, yang pertama mengetahui bagaimana membangun sistem absensi yang memanfaatkan teknologi biometrik fisiologis manusia yaitu pengenalan wajah atau *Face recognition* berbasis android. Tujuan yang kedua, mengetahui bagaimana mengimplementasikan modul ESP32-Cam dengan software Android Studio untuk membangun sistem absensi. Tujuan ketiga mengetahui bagaimana akurasi hasil deteksi objek menggunakan modul ESP32-Cam.

Penelitian mengenai identifikasi wajah atau *face recognition* telah banyak dilakukan, seperti penelitian oleh Setiono dkk [3] yang

menggunakan Raspberry Pi untuk membuat sistem absensi kelas dengan metode Lokal Binary Pattern (LBP). Penelitian ini berhasil mengenali wajah dua mahasiswa pertama, tetapi gagal mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa ke-3 dan seterusnya. Sunaryono dkk [4] juga melakukan penelitian serupa, mengembangkan sistem absensi kursus berbasis android dengan *face recognition* dan *QR-Code*. Penelitian ini menggunakan Android Studio, bahasa pemrograman PHP, dan Raspberry Pi dengan koneksi *Wifi* dan LAN. Evelyn dkk [5] juga membuat sistem presensi mahasiswa berbasis android menggunakan bahasa pemrograman Kotlin, FaceNet untuk *face recognition*, dan Firebase ML Kit untuk *face detection*.

Sistem absensi yang akan dibangun ini menggunakan fitur Firebase ML Kit, FaceNet dan Tensorflow lite yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman Java di *software* Android studio sebagai media tampilan pada android. ML Kit, FaceNet dan Tensorflow lite untuk mendukung fitur deteksi wajah dan pengenalan wajah. Pada aplikasi ini pengguna akan melakukan registrasi dan absensi bisa dengan cara mengambil gambar dari galeri, kamera perangkat, dan ESP32-Cam serta Firebase sebagai tempat penyimpanan data.

## METODE

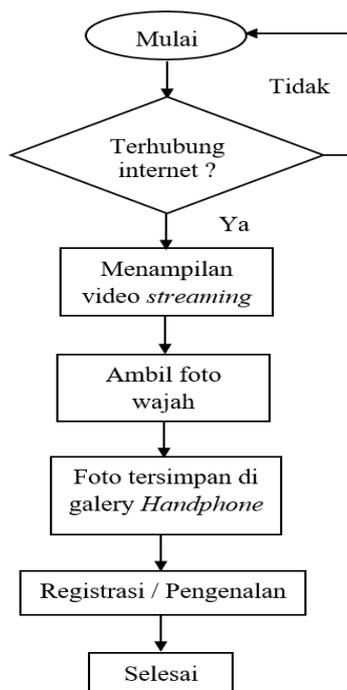


Gambar 1. Alur Penelitian

Tahap alur kerja yang akan dilakukan dalam merancang aplikasi dan alat dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

### Flowchart Hardware

Perancangan aplikasi sistem absensi ini, ESP32-Cam merupakan *hardware* yang digunakan dalam dua aktivitas pada aplikasi, yaitu aktivitas registrasi dan aktivitas pengenalan. *Flowchart* dari aktivitas registrasi dan aktivitas pengenalan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* ESP32-Cam proses registrasi dan proses pengenalan

### Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi, identifikasi masalah, studi pustaka dan studi literatur. Dari proses pengumpulan data, hasil yang diperoleh berupa gambar wajah tampak depan dari 14 orang mahasiswa yang terdaftar pada matakuliah Pemrograman Komputer kelas-A Prodi Fisika-FST Undana, 2 pasang anak kembar dan data atau informasi pribadi yang diperlukan dalam absensi untuk dijadikan objek uji. Proses pengambilan gambar wajah dilakukan dengan menggunakan kamera ESP32-Cam yang memiliki resolusi 2MP.

### Analisis Sistem

Analisis terhadap kebutuhan sistem dilakukan untuk diperoleh bagaimana gambaran jalannya sistem. Penelitian ini menggunakan fitur Firebase ML Kit untuk deteksi wajah, FaceNet sebagai model pengenalan wajah yang terbagi dalam dua model yaitu FaceNet dan mobile FaceNet. Kedua model pengenalan wajah bekerja sama dengan Tensorflow lite untuk memungkinkan model pengenalan wajah FaceNet bisa dijalankan pada perangkat mobile dengan sumber daya yang terbatas.

### Firestore Machine Learning Kit (ML Kit)

Menurut Google, ML Kit adalah *platform* pengembangan yang disediakan oleh Google untuk memasukan fungsionalitas ML ke dalam aplikasi android dan iOS dengan mudah. ML Kit menyediakan API dan *library* yang memungkinkan pengguna melakukan berbagai proyek ML seperti pengenalan teks, pengenalan wajah, deteksi objek, penerjemahan bahasa, dan lainnya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan ML Kit untuk pengenalan wajah.

### FaceNet

FaceNet adalah model pengenalan wajah yang menggunakan *Convolution Neural Network* (CNN) dan konsep embedding untuk mengubah wajah menjadi vektor angka yang memungkinkan perbandingan wajah. Pelatihan model ini dilakukan dengan dataset luas yang mencakup berbagai variasi wajah dan menggunakan konsep “*triplet loss*” untuk memastikan perbedaan yang jelas antara vektor embedding wajah yang berbeda. FaceNet juga menggunakan *deep feature learning*, mempelajari fitur-fitur abstrak dalam gambar, dan menggunakan arsitektur *Siamese Network* untuk menciptakan representasi kuat [6]. Kombinasi ini membuat FaceNet sangat efektif dalam pengenalan wajah dan mendapatkan hasil yang handal dan akurat.

### Tensorflow Lite (TF Lite)

TF Lite adalah pustaka seluler untuk menerapkan model diseluler, mikrokontroler dan *edge* lainnya [7]. Dalam penelitian ini, Tensorflow lite berperan penting memungkinkan aplikasi untuk menjelaskan pengenalan wajah secara efisien pada perangkat android.

### Modul ESP32-Cam

Modul ini memiliki kemampuan mengambil gambar, merekam video, dan pemrosesan gambar sederhana secara langsung [8]. Dalam penelitian ini untuk pengaktifan modul ESP32-Cam ini penulis menggunakan *development board* ESP32-Cam karena modul ini tidak memiliki *chip programmer onboard*.

### Android Studio

Android studio merupakan sebuah lingkungan pengembang terintegritas resmi yang dirancang khusus untuk pengembangan sistem operasi Google android [9].

### METODE PENGEMBANGAN SISTEM

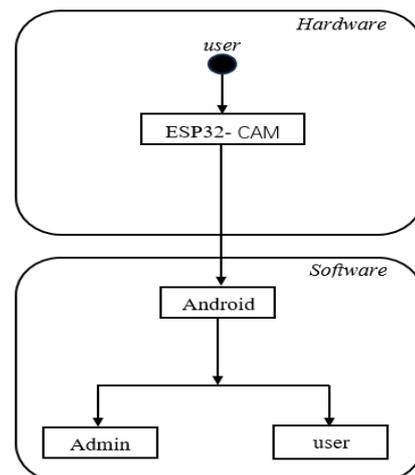
Pada penelitian ini untuk pengembangan sistem penulis menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD). Metode RAD sangat cocok untuk membangun aplikasi yang tingkat kesulitan komputasinya tidak tinggi dan sistem ini bisa selesai dalam waktu yang singkat. Metode RAD memiliki 3 tahapan utama seperti yaitu Rencana kebutuhan (*Requirement Planning*) yang berfungsi untuk identifikasi tujuan dan kebutuhan aplikasi, Proses Desain (*Design Workshop*) untuk desain dan koreksi pada aplikasi, dan Implementasi (*Implementation*) untuk dilakukan pengujian aplikasi [10].

### Perancangan Sistem Aplikasi

Perancangan sistem disesuaikan berdasarkan tujuan dan masalah yang dijadikan objek penelitian. Dalam penelitian ini yang perancangan sistem terdiri dari *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram*.

### Use Case Diagram

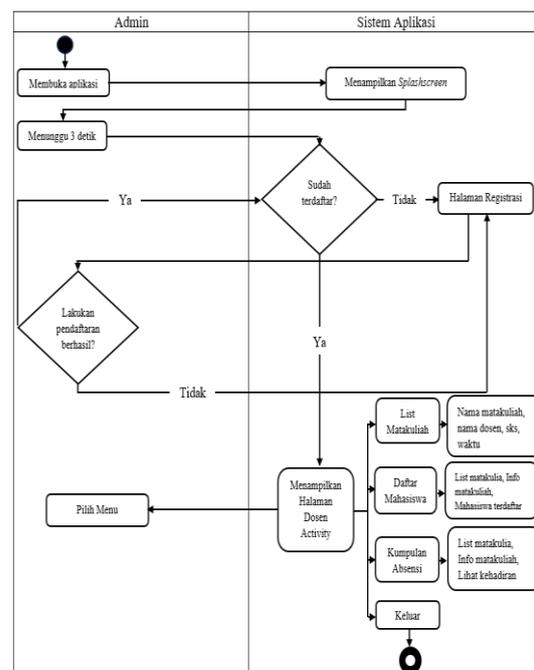
*Use case diagram* ditunjukkan pada Gambar 3. *Use case diagram* ini menunjukkan alur kerja pengguna dengan sistem.



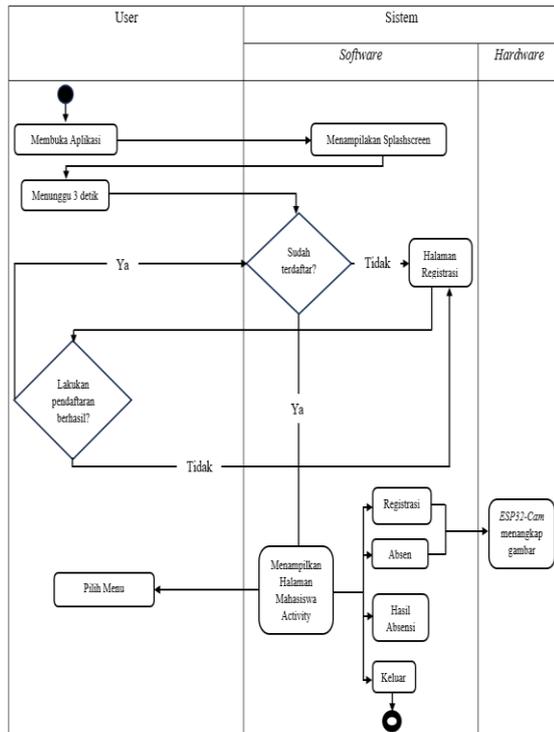
Gambar 3. *Use Case Diagram*

### Activity Diagram

*Activity diagram* dalam aplikasi ini ada dua yaitu aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Pemilihan peran sebagai dosen atau mahasiswa dilakukan ketika pertamakali menggunakan aplikasi dan melakukan pendaftaran untuk *login* aplikasi. *Diagram activity* dari dosen (admin) dan aktivitas mahasiswa (*user*) ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. *Activity diagram* Admin dan Sistem

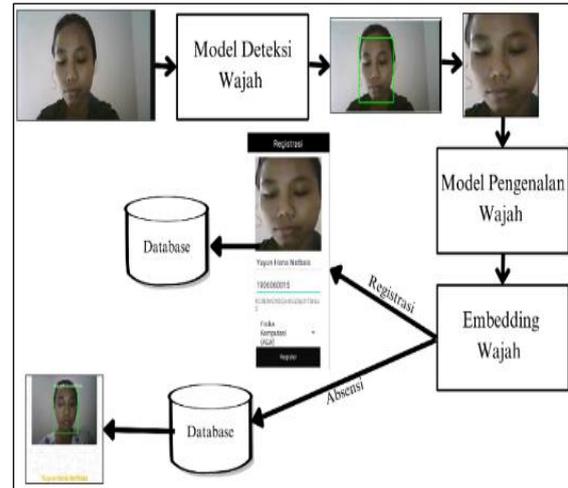


Gambar 5. Activity Diagram User dan Sistem

Pada saat pendaftaran masuk aplikasi, pengguna diberikan pilihan daftar menggunakan akun Google atau alamat Email lalu ketika button daftar diklik akan muncul *alert dialog* dengan judul “Pilih Peran”. Dalam *alert dialog* tersebut terdapat dua pilihan dosen dan mahasiswa. Setelah memilih, data akun akan otomatis tersimpan di *firebase authentication* lalu data peran akan tersimpan di *firestore*, sehingga ketika pengguna melakukan *login* aplikasi, pengguna akan otomatis masuk kedalam aktivitas dosen atau mahasiswa sesuai peran yang dipilih pengguna ketika melakukan pendaftaran masuk aplikasi.

### Metode Pengolahan Citra Wajah

Pengolahan citra wajah dibagi menjadi dua bagian utama yaitu registrasi wajah dan pengenalan wajah. Dalam koding registrasi wajah, penulis menggunakan fitur deteksi wajah dan *library* *Firebase ML Kit* dan dalam koding pengenalan wajah, penulis menggunakan model *Tensorflow lite*. Contoh bagaimana proses registrasi wajah dan pengenalan wajah ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh proses registrasi wajah dan pengenalan wajah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Interface Aplikasi

Setelah proses pengumpulan data, selanjutnya dianalisis dan dilakukan perancangan sistem absensi menggunakan *Android Studio* dengan basis bahasa *Java*. Hasil dari perancangan ini berupa sebuah aplikasi sistem absensi yang penulis beri nama *Presence Record by Face*. Rancangan *interface* yang dibuat berupa *splashscreen* sebagai tampilan awal memulai aplikasi, *login* (bisa menggunakan alamat Email atau akun Google), daftar masuk (disini pengguna bisa memilih memilih peran), lupa *password* (untuk *reset password*), aktivitas dosen (jika pengguna pilih peran dosen akan dibawah ke aktivitas ini, didalam aktivitas ini pengguna bisa memasukan nama matakuliah baru, lihat nama mahasiswa terdaftar dalam matakuliah, serta pengguna bisa melihat mahasiswa yang sudah melakukan absensi), yang terakhir aktivitas mahasiswa (jika pengguna memilih peran mahasiswa akan di bawah ke aktivitas ini, di dalam aktivitas ini pengguna bisa registrasi wajah dan melakukan absensi menggunakan *ESP32-Cam*, serta pengguna bisa melihat hasil absensi. Rancangan tampilan *interface* yang penulis buat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Interface Aplikasi*: a) *Splashscreen*, b) *Login*, c) *Daftar masuk*, d) *Dialog pilih peran*, e) *Aktivitas dosen*, f) *List mata kuliah*, g) *List mata kuliah yang sudah diisi*, h) *ketika nama mata kuliah dipilih*, i) *Ketika button “Lihat Mahasiswa Terdaftar” diklik*, j) *Ketika nama mata kuliah diklik pada menu Hasil Absensi*, k) *Ketika button “Lihat Kehadiran” diklik*, l) *Aktivitas Mahasiswa*, m) *Dialog pilih kamera dimenu registrasi dan menu absen*, n) *Register dialog*, o) *Ketika wajah dikenali*, p) *Streaming video menggunakan ESP32-Cam*

**Implementasi**

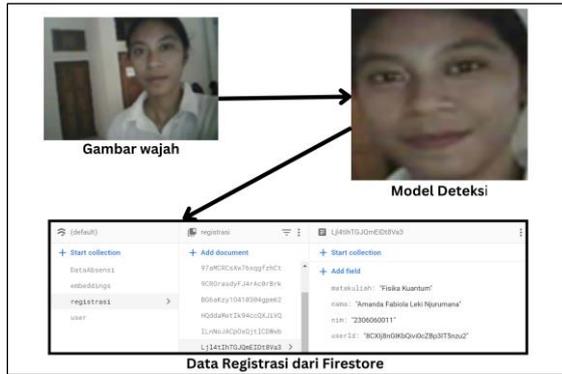
Implimentasi dilakukan berdasarkan hasil yang telah dianalisis dan dirancang sebelumnya sehingga aplikasi siap untuk dilakukan pengujian.

**Pengujian**

Pengujian dilaksanakan di kelas Pemrograman Komputer, Prodi Fisika Fakultas sains dan Teknik Undana. Jumlah mahasiswa yang diuji sebanyak 14 orang didalam kelas, pengujian variasi jarak menggunakan 5 kali variasi jarak dan pengujian pada anak kembar. Metode yang digunakan untuk pengujian adalah *blackbox testing*, yang mana pengujian ini difokuskan pada keperluan fungsional dari *software* dan *hardware* yang digunakan.

**Pengujian di Kelas Pemrograman Komputer**

Sebanyak 14 mahasiswa melakukan registrasi wajah, dimana seluruh gambar wajah diambil menggunakan ESP32-Cam dan data wajah berupa nama, nim dan matakuliah tersimpan secara otomatis di Firestore. Salah satu hasil registrasi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Salah satu hasil registrasi

Gambar 8 membuktikan bahwa proses login aplikasi, pengguna yang berperan sebagai dosen menambahkan nama mata kuliah di menu List Matakuliah serta registrasi wajah di aplikasi *Presence Record by Face* ini berjalan dengan baik. Gambar wajah pengguna berhasil diambil menggunakan ESP32-Cam. Berhasilnya proses login, penambahan matakuliah dan registrasi wajah ditandai dengan terdapat *User id* pengguna yang diperoleh saat pengguna melakukan registrasi akun menggunakan alamat Email atau akun Google. Dari hasil pengujian digunakan 14 wajah mahasiswa di kelas Pemograman Komputer. Dalam pengujian terdapat 10 mahasiswa yang melakukan pengenalan wajah menggunakan wajah tampak depan seperti ketika melakukan pendaftaran, hasil uji ini aplikasi *Presence Record by Face* bisa mengenali ke-10 wajah tersebut dengan tepat. Pengujian ke-4 mahasiswa lainnya dilakukan variasi posisi wajah ketika melakukan pengenalan menggunakan wajah tampak samping, penggunaan masker dan kacamata, hasil uji ini aplikasi bisa mengenali wajah dengan tepat. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pengujian di Kelas Pemograman Komputer

### Pengujian Variasi jarak

Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi batas kemampuan aplikasi dalam mengenali gambar yang diambil menggunakan ESP32-Cam yang memiliki resolusi 2MP. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah agar aplikasi *Presence Record by Face* mampu mendeteksi wajah yang diambil menggunakan kamera ESP32-Cam, jarak antara objek dan kamera harus kurang dari 200cm. hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengujian Varisi Jarak

Gambar 10 membuktikan bahwa jika jarak kamera dan objek sudah lebih dari 200cm aplikasi sudah tidak mengenali objek tersebut, sehingga aplikasi tidak menampilkan nama objek wajah tersebut.

### Pengujian Anak Kembar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan aplikasi *Presence Record by Face* dalam mengenali dan membedakan anak kembar. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengujian Anak Kembar

Gambar 11 membuktikan bahwa aplikasi yang dibuat menggunakan model pengenalan wajah FaceNet berhasil mengenali dan membedakan anak kembar dengan baik.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 100%, dengan jarak maksimal pengambilan gambar 2 meter. Meskipun semua data absensi berhasil disimpan di Firebase, aplikasi belum berhasil memanggil kembali embedding wajah yang tersimpan di Firebase sehingga untuk pengenalan wajah aplikasi lebih mengandalkan penyimpanan lokal, dimana 83% data absensi disimpan di firebase dan 17% data absensi menggunakan penyimpanan lokal.

### Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu perlu mempertimbangkan pembaruan arsitektur sistem agar data embedding wajah dapat lebih mudah diakses, sehingga memungkinkan sistem untuk mengakses data embedding wajah dari berbagai perangkat serta disarankan agar peneliti berikutnya dapat menggunakan kamera lain yang memiliki resolusi lebih tinggi dari ESP32-Cam.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Brier J, Jayanti I. 2020. Perancangan Sistem Inforasi Absensi Siswa Berbasis QR-CODE Menggunakan PHP/MySQL Di SMAN 1 Kecamatan Akabiluru. **21**(1): 1.
- 2 Sumijan, Ayu P, Syafri A. Teknologi Biometrik Impementasi pada Bidang Medis Menggunakan Matlabs. S J Insani and Y Alhidayah, ed. PT Insan Cendekia Mandiri, Sumatera Barat. 2021.
- 3 Setiono PR, Sompie SRU., Najooan ME. 2020. Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Sistem AbsensiKelas Berbasis Raspberry Pi. *J. Tek. Inform.* **15**(3): 179.
- 4 Sunaryono D, Siswantoro J, Anggoro R. 2021. An android based course attendance system using face recognition. *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.* **33**(3): 304.
- 5 Evelyn, Adipranata R, Gunadi K. 2022. . Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Facenet Pada Android. *J. Infra.* **10**(2): .
- 6 Schroff F, Kalenichenko D, Philbin J. 2015. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering. *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.* **07-12-June**: 815.
- 7 Abadi M, Agarwal A, Barham P, Brevdo E, Chen Z. 2022. ML for Mobile and Edge Device - Tensorflow Lite. .
- 8 Adi PDP, Wahyu Y. 2022. Performance evaluation of ESP32 Camera Face Recognition for various projects. *Internet Things Artif. Intell. J.* **2**(1): 10.
- 9 Firly N. Create Your Own Android Application. PT Elex Media Komputindo., Bogor 3rd edition. 2019.
- 10 Hariyanto D, Sastra R, Putri FE. 2021. Implementasi Metode Application Development Pada Sistem Informasi Perpustakaan. *J. JUPITER.* **13**(1): 110.