



Pengembangan Fitur Absensi Pengenalan Wajah Menggunakan Model Facenet pada Aplikasi Buku Tamu Desa

***Muhammad Ilham**

Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
mi1035173@gmail.com

Muhammad Yusuf Mapeasse

Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
muh.yusuf.mapeasse@unm.ac.id

Abd Rahman Patta

Universitas Negeri Makassar
Makassar, Indonesia
abd.rahman.patta@unm.ac.id

ARTICLE INFO

Received : 07 January 2025
Accepted : 29 March 2025
Published : 01 June 2025

ABSTRACT

The FaceNet model is one of the deep learning-based face recognition methods capable of transforming facial images into feature vectors (embedding) that represent the unique identity of each individual. In previous studies, this model is often combined with classification methods such as Support Vector Machine (SVM) or K-Nearest Neighbor (K-NN). Although accurate, these approaches require high computation and complex inference processes, making them less suitable for applications that require fast response and efficiency, such as real-time attendance systems. This research proposes an alternative approach using cosine similarity to compare similarity between face vectors. Cosine similarity measures the similarity of two vectors based on the angle between them, with values ranging from 0 (not similar) to 1 (identical). The system was developed by combining FaceNet and cosine similarity models, without any additional classification. Test results showed that faces registered in the system produced cosine similarity values between 0.83 and 0.96 (closer to 1 indicates a high match), with an average of 0.90, while unregistered faces had values between 0.42 and 0.67, with an average of 0.53. By setting the threshold at 0.7, the system successfully differentiated between recognized and unrecognized faces with 100% accuracy on 30 respondents. This approach significantly reduces the computational burden, enables implementation on devices with limited specifications, and provides a practical and accurate solution for face recognition-based digital attendance systems.

Keywords : Face Recognition, FaceNet, Cosine Similarity, attendance, react native

ABSTRAK

Model *FaceNet* merupakan salah satu metode pengenalan wajah berbasis *deep learning* yang mampu mengubah citra wajah menjadi vektor fitur (*embedding*) yang mewakili identitas unik setiap individu. Dalam berbagai penelitian sebelumnya, model ini sering dikombinasikan dengan metode klasifikasi seperti *Support Vector Machine* (SVM) atau *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Meskipun akurat, pendekatan tersebut membutuhkan komputasi tinggi dan proses inferensi

kompleks, sehingga kurang sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan respon cepat dan efisiensi, seperti sistem absensi real-time. Penelitian ini mengusulkan pendekatan alternatif menggunakan *cosine similarity* untuk membandingkan kemiripan antar-vektor wajah. *Cosine similarity* mengukur kesamaan dua vektor berdasarkan sudut di antara keduanya, dengan nilai berkisar antara 0 (tidak mirip) hingga 1 (identik). Sistem dikembangkan dengan menggabungkan model *FaceNet* dan *cosine similarity*, tanpa klasifikasi tambahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa wajah yang terdaftar dalam sistem menghasilkan nilai *cosine similarity* antara 0,83 hingga 0,96 (semakin mendekati 1 menunjukkan kecocokan tinggi), dengan rata-rata 0,90, sedangkan wajah yang tidak terdaftar memiliki nilai antara 0,42 hingga 0,67, dengan rata-rata 0,53. Dengan menetapkan ambang batas (*threshold*) pada 0,7, sistem berhasil membedakan wajah yang dikenali dan tidak dikenali dengan akurasi 100% pada 30 responden. Pendekatan ini secara signifikan mengurangi beban komputasi, memungkinkan implementasi pada perangkat dengan spesifikasi terbatas, serta menjadi solusi praktis dan akurat untuk sistem absensi digital berbasis pengenalan wajah.

Keywords : Face recognition, FaceNet, cosine similarity, absensi, react native

This is an open access article under the CC BY-SA license



I. INTRODUCTION

Di era modern saat ini, pemanfaatan teknologi merupakan suatu hal yang sangat penting dan dibutuhkan oleh manusia, termasuk dalam proses bisnis atau dalam dunia pekerjaan [1]. Salah satu contoh dalam pemanfaatan teknologi yaitu untuk mendukung pelaksanaan tugas administrasi pemerintahan [2]. Kebutuhan dalam pengelolaan administrasi termasuk dalam pencatatan kehadiran atau absensi yang dilakukan oleh pegawai atau staf pemerintahan [3].

Namun, sistem pencatatan kehadiran yang masih menggunakan metode manual sering kali menghadapi berbagai kendala, seperti kesalahan dalam penginputan data, kehilangan catatan, dan kurangnya transparansi. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakakuratan dalam pengelolaan kehadiran yang berdampak pada efektivitas administrasi pemerintahan [4]. Selain itu, proses pencatatan kehadiran yang dilakukan secara manual memakan waktu yang lama untuk memproses pencatatan kehadiran karyawan [5].

Keterbatasan akses terhadap teknologi di daerah pedesaan semakin memperburuk situasi ini, dengan banyak desa yang masih belum mengadopsi sistem digital untuk pencatatan kehadiran [6]. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih efisien dan akurat untuk mengatasi permasalahan ini.

PT Digital Desa Indonesia (DIGIDES) hadir sebagai salah satu perusahaan yang berkomitmen untuk mengatasi kesenjangan pemanfaatan teknologi di desa. Dengan visi untuk menjadi pemimpin dalam transformasi digital desa, DIGIDES berfokus pada pengembangan aplikasi yang dapat meningkatkan efisiensi administrasi, salah satunya adalah aplikasi "Buku Tamu Desa". Aplikasi ini dirancang untuk mempermudah pencatatan kehadiran tamu dan staf pemerintahan dengan memanfaatkan teknologi modern.

Salah satu fitur yang sering digunakan dalam aplikasi Buku Tamu Desa adalah absensi untuk staf pemerintahan yang menggunakan KTP. Namun, fitur ini memiliki keterbatasan, seperti harus selalu membawa KTP, serta KTP tidak dapat digunakan apabila mengalami kerusakan atau hilang. Untuk mengatasi masalah ini kami akan mengembangkan fitur absensi menggunakan *face recognition* (pengenalan wajah).

Teknologi pengenalan wajah terbukti efektif saat diterapkan untuk sistem absensi [7]. Teknologi pengenalan wajah dapat meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran dan meminimalisir kecurangan, sehingga menghasilkan sistem absensi yang lebih akurat dan terpercaya [8]. Namun, penerapan teknologi ini juga

tidak terlepas dari beberapa tantangan yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi sistem pengenalan wajah [9].

Penelitian mengenai *face recognition* telah berkembang pesat dengan berbagai pendekatan yang diterapkan. Salah satu studi yang dilakukan oleh Cahyono pada tahun 2020, yang menggunakan model *FaceNet* untuk presensi pegawai. Penelitian ini melalui enam tahapan, yaitu pembuatan dataset wajah, *preprocessing*, ekstraksi fitur, klasifikasi, pengujian model, dan pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *FaceNet*, yang dikembangkan oleh Google, memiliki akurasi pengenalan wajah tertinggi sebesar 100% saat menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) sebagai metode klasifikasi. Sebagai perbandingan, model *Openface*, yang merupakan pengembangan dari *FaceNet*, hanya mencapai akurasi sebesar 93,3%. Pengujian dilakukan dengan dua langkah: pengujian model menggunakan *5-fold* dan *10-fold cross-validation*, serta pengujian sistem dengan ambang batas probabilitas pengenalan sebesar 0,25. Hasil ini menunjukkan bahwa *FaceNet* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan model lainnya dalam skenario pengenalan wajah [10].

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan hasil akurasi yang tinggi menggunakan model *FaceNet* dengan metode pengklasifikasian *SVM* ataupun *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Akan tetapi, penggabungan model *FaceNet* serta pengklasifikasian ini memerlukan komputasi yang cukup berat, terutama dalam hal waktu pemrosesan dan sumber daya yang dibutuhkan. proses pencocokan wajah dalam model *FaceNet* yang digabungkan dengan metode klasifikasi tersebut memerlukan pemrosesan yang cukup kompleks dan memakan waktu, yang berpotensi menghambat aplikasi yang membutuhkan pemrosesan waktu nyata atau skala besar.

Sebagai upaya untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus untuk mengembangkan sistem dengan pengenalan wajah yang menggunakan pendekatan *cosine similarity* untuk mengatasi masalah komputasi yang tinggi pada sistem. Dengan pendekatan *cosine similarity* yang berguna untuk mengukur kesamaan antara vektor dari fitur wajah, dapat memberikan proses pencocokan wajah yang lebih ringan dalam hal komputasi dibandingkan dengan metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya seperti *SVM* atau *K-NN*.

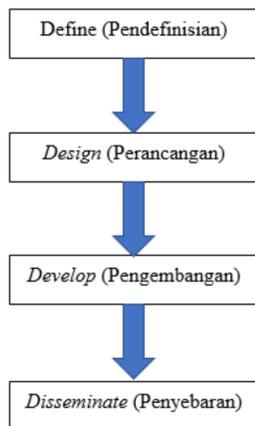
Dengan pendekatan/inovasi tersebut, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan tingkat akurasi yang tinggi agar memungkinkan absensi atau pengenalan wajah dapat dilakukan lebih efisien dan cepat, bahkan

pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Selain itu dengan pengembangan aplikasi berbasis *React Native* yang memungkinkan pembuatan aplikasi mobile lintas platform diharapkan dapat memberikan solusi pengenalan wajah yang dapat diakses dengan mudah, efisien, dan cepat oleh pengguna.

II. METHODS

Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D (*Research and Development*) yang bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan solusi teknologi inovatif berupa fitur absensi menggunakan pengenalan wajah (*face recognition*) pada aplikasi Buku Tamu Desa yang dikembangkan oleh PT. Digital Desa Indonesia (DIGIDES). Penelitian ini mengimplementasikan model *FaceNet* dan *plugin Face Detector* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem absensi dengan menggantikan metode tradisional berbasis KTP.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Model ini terdiri dari empat tahapan utama, yang dapat dilihat pada skema berikut:



Gambar 1. Skema Model Pengembangan 4D

Gambar 1 menjelaskan mengenai beberapa tahap penelitian yang dilakukan, di antaranya:

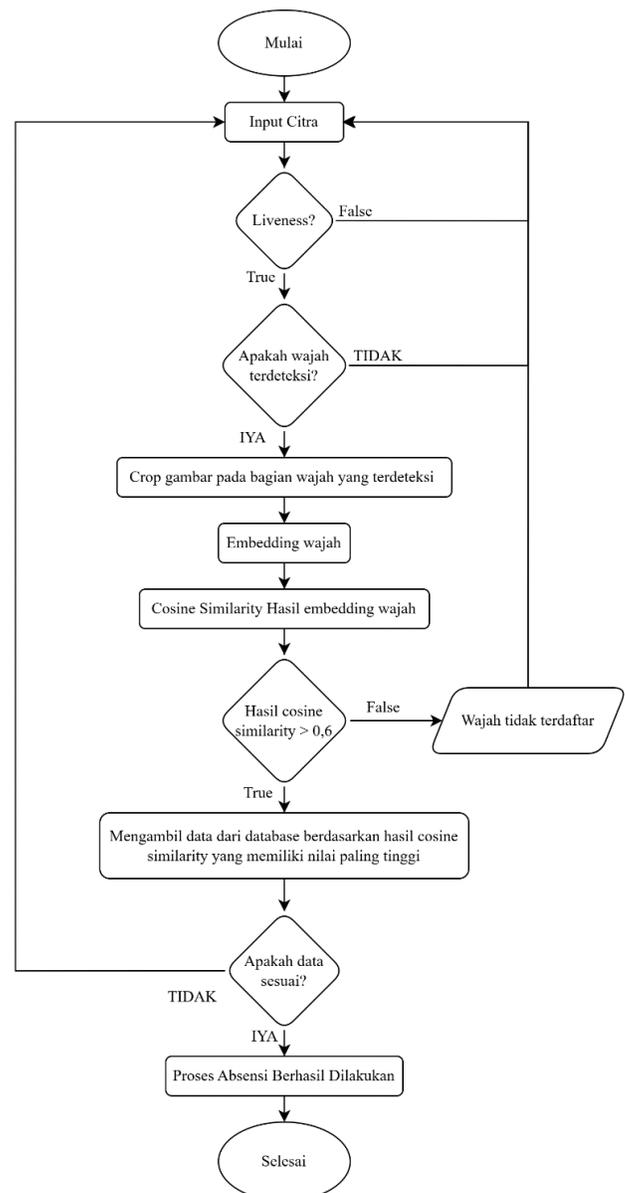
1. *Define* (Pendefinisian)

Tahap *Define* dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan pada sistem absensi di PT. Digital Desa Indonesia, khususnya aplikasi “Buku Tamu Desa”. Sistem absensi berbasis KTP menghadapi kendala seperti potensi pemalsuan, lupa membawa, dan kerusakan KTP, yang mengurangi efisiensi dan akurasi pencatatan kehadiran. Identifikasi masalah ini didukung oleh tinjauan pustaka untuk menemukan solusi yang lebih

modern dan efisien, yaitu pengenalan wajah menggunakan teknologi *FaceNet* dan *plugin Face Detector*. Pada tahap ini juga dirumuskan tujuan penelitian untuk mengembangkan sistem absensi berbasis pengenalan wajah.

2. *Design* (Perancangan)

Setelah masalah diidentifikasi, tahap selanjutnya adalah merancang sistem absensi berbasis *face recognition* dengan memanfaatkan *FaceNet* untuk menghasilkan vektor wajah unik. Berikut *flow* dari sistem absensi menggunakan fitur *face recognition*.



Gambar 2. Flowchart Sistem Absensi Face Recognition

Gambar 2 di atas menunjukkan *flowchart* dari sistem yang dirancang, dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Input Citra

Tahapan awal dalam sistem absensi *face recognition* ini adalah proses input citra, di mana pengguna mengunggah gambar wajah melalui perangkat yang digunakan untuk diproses lebih lanjut.

b. Liveness

Pada tahap ini, sistem memverifikasi bahwa wajah yang dimasukkan berasal dari individu yang benar-benar hadir, bukan dari gambar atau foto. Verifikasi dilakukan menggunakan fitur *liveness* dari Google ML Kit, yang mendeteksi gerakan kepala dan kedipan mata untuk membedakan wajah hidup dari media statis. Menurut Hartanto et al. (2025), integrasi Google ML Kit dalam aplikasi mobile terbukti meningkatkan keamanan dan respons sistem secara signifikan [11].

Proses *liveness* dilakukan dengan instruksi kepada pengguna untuk mengedipkan mata dua kali. Sistem akan:

- 1) Mendeteksi wajah secara *real-time* menggunakan *library face-detector*.
- 2) Memantau probabilitas mata terbuka; jika nilainya di bawah 0.1, dianggap tertutup, dan setiap pembukaan setelahnya dihitung sebagai kedipan.
- 3) Jika jumlah kedipan sesuai instruksi, proses dilanjutkan. Jika tidak, pengguna harus mengulangi verifikasi.

Tahap ini sangat penting untuk mencegah kecurangan dalam sistem absensi, memastikan bahwa hanya pengguna yang benar-benar hadir yang dapat melakukan absensi.

c. Pengecekan Wajah

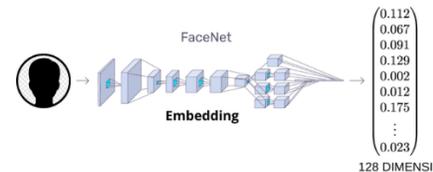
Setelah gambar diunggah, sistem menggunakan *plugin Face Detector* untuk memeriksa keberadaan wajah dalam citra. Jika wajah teridentifikasi, proses dilanjutkan ke tahap berikutnya. Sebaliknya, jika tidak terdeteksi, pengguna diminta mengunggah ulang gambar hingga sistem mengenali wajah dalam citra tersebut.

d. Crop gambar pada bagian wajah yang terdeteksi

Pada tahap ini, sistem akan melakukan *crop* pada area wajah yang terdeteksi dengan bantuan *plugin Face Detector*. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan ketepatan pada tahap-tahap selanjutnya, khususnya dalam proses *embedding* wajah.

e. Embedding Wajah

Setelah wajah berhasil di-*crop*, sistem melanjutkan ke tahap *embedding* menggunakan model *FaceNet*. Pada proses ini, wajah dikonversi menjadi vektor numerik yang mencerminkan karakteristik unik dari masing-masing individu.



Gambar 3. Proses Embedding

Gambar 3 menggambarkan proses *embedding* yang menghasilkan vektor berdimensi 128, yang selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam proses pencocokan dan verifikasi kehadiran.

f. Cosine similarity hasil embedding wajah

Pada tahap ini, sistem membandingkan vektor *embedding* wajah pengguna yang baru dengan vektor *embedding* wajah pengguna yang telah tersimpan di *database* menggunakan metode *Cosine Similarity*. Metode ini menghitung tingkat kemiripan berdasarkan sudut antara dua vektor dalam ruang berdimensi 128. Semakin kecil sudutnya (atau nilainya mendekati 1), maka kedua vektor dianggap serupa, dan wajah pengguna dikenali sebagai individu yang sudah terdaftar.

g. Pengecekan hasil cosine similarity

Pada tahap ini, sistem akan mengevaluasi hasil perhitungan *Cosine Similarity*. Jika nilai kemiripan yang diperoleh berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, maka pengguna dianggap belum terdaftar dan proses absensi tidak dapat dilanjutkan. Dalam kasus ini, pengguna diminta untuk mengunggah gambar baru dan mengulangi proses. Namun, apabila nilai *Cosine Similarity* memenuhi atau melebihi ambang batas tersebut, sistem akan melanjutkan ke tahap selanjutnya.

h. Mengambil data dari database

Setelah melewati tahap *Cosine Similarity*, sistem akan mengambil data pengguna dari *database* dengan memilih nilai kemiripan tertinggi. Nilai ini menunjukkan wajah yang paling cocok dengan data yang tersimpan, dan sistem kemudian mengekstrak informasi pengguna berdasarkan kecocokan tersebut.

i. Pengecekan data

Pada tahap ini, data yang diambil dari *database* berdasarkan hasil *Cosine Similarity* akan ditampilkan kepada pengguna untuk diverifikasi. Pengguna diminta

memastikan apakah data tersebut sesuai dengan identitas mereka. Jika dikonfirmasi benar, proses absensi akan dilanjutkan. Namun, jika tidak sesuai, pengguna harus mengunggah ulang gambar dan mengulangi proses dari awal.

3. Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan pada penelitian ini bertujuan membangun dan mengimplementasikan fitur *face recognition* dalam sistem absensi aplikasi “Buku Tamu Desa” PT Digital Desa Indonesia. Proses ini mencakup dua langkah utama:

1) Pengembangan sistem

Pengembangan difokuskan pada implementasi fitur *face recognition* ke dalam aplikasi “Buku Tamu Desa” milik PT Digital Desa Indonesia. Model *FaceNet* diintegrasikan secara langsung untuk mendukung proses absensi otomatis berbasis pemindaian wajah. Sistem dirancang agar mampu melakukan deteksi dan pencocokan wajah pengguna secara *real-time* tanpa mengganggu struktur aplikasi yang sudah ada.

2) Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan berdasarkan standar ISO/IEC 25010 untuk menjamin kualitas perangkat lunak secara menyeluruh. Pengujian ini mencakup delapan aspek utama, yaitu *fungsi* (*functional suitability*), keandalan (*reliability*), kinerja (*performance efficiency*), kompatibilitas (*compatibility*), kemudahan penggunaan (*usability*), keamanan (*security*), kemudahan pemeliharaan (*maintainability*), dan portabilitas (*portability*). Selain pengujian standar ISO/IEC 25010, uji coba lapangan juga dilakukan untuk menilai kinerja sistem dalam kondisi nyata, seperti kemampuan mendeteksi wajah, mengidentifikasi pengguna terdaftar menggunakan *cosine similarity*, serta menolak pengguna yang tidak terdaftar agar tidak dapat melakukan absensi.

4. Disseminate (Penyebaran)

Tahap *disseminate* merupakan fase akhir dari pengembangan sistem, yang berfokus pada penerapan hasil pengembangan di lingkungan pengguna. Dalam penelitian ini, sistem absensi berbasis *face recognition* diimplementasikan langsung pada aplikasi “Buku Tamu Desa” milik PT Digital Desa Indonesia. Pengujian dilakukan di kondisi nyata dengan melibatkan staf dan pengunjung desa sebagai pengguna. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam praktik, mengidentifikasi kendala, serta menyempurnakan sistem berdasarkan masukan yang diperoleh dari penggunaan langsung.

III. RESULT AND DISCUSSION

1. Define

Pada tahap *define*, penelitian ini berfokus pada identifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam sistem absensi aplikasi Buku Tamu Desa. Proses ini dilakukan melalui diskusi bersama Bapak Sidik Permana, S.T., CEO PT Digital Desa Indonesia, yang mengarahkan pengembangan fitur absensi berbasis *face recognition* sebagai solusi.

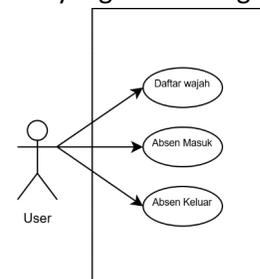
Masalah utama yang ditemukan meliputi kerusakan atau kesalahan pada data KTP, ketergantungan fisik terhadap KTP, serta risiko kehilangan KTP yang dapat menghambat proses absensi. Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis kebutuhan, disimpulkan bahwa solusi yang akan diterapkan yaitu mengembangkan sistem absensi berbasis *face recognition* untuk meningkatkan fleksibilitas, kemudahan penggunaan, dan akurasi pencatatan kehadiran.

2. Design

Setelah kebutuhan sistem terdefinisi dengan jelas dan solusi pengembangan absensi berbasis *face recognition* ditetapkan, langkah selanjutnya adalah tahap *design*. Pada tahap ini, dilakukan perancangan struktur sistem dan antarmuka pengguna melalui pendekatan *Unified Modeling Language* (UML) dan UI/UX. Desain ini bertujuan untuk memastikan sistem dibangun dengan arsitektur yang terstruktur serta menyediakan pengalaman pengguna yang intuitif dan efisien. Penjelasan lebih lanjut mengenai perancangan sistem dapat dilihat pada diagram UML dan rancangan antarmuka berikut.

a. Use Case Diagram

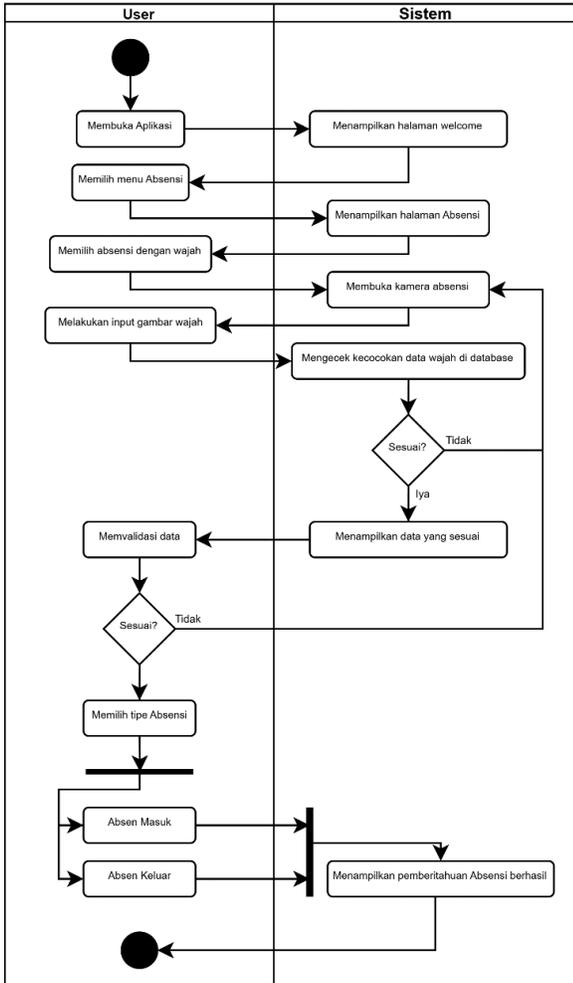
Use Case Diagram menunjukkan interaksi antara pengguna dan fitur utama dalam sistem absensi berbasis *face recognition*. Diagram ini merangkum skenario penggunaan untuk menggambarkan proses inti dalam sistem, sehingga memudahkan pemahaman alur fungsionalitas yang tersedia. Berikut adalah *Use Case Diagram* dari sistem yang dikembangkan:



Gambar 4. Use Case Diagram

b. Activity Diagram

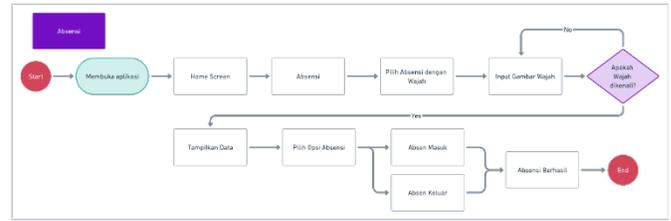
Activity Diagram merupakan jenis diagram yang digunakan dalam analisis dan desain sistem untuk menggambarkan proses atau alur kerja yang kompleks. Diagram ini menggambarkan berbagai aktivitas yang dilakukan oleh sistem atau organisasi, serta hubungan yang ada antara aktivitas-aktivitas tersebut.



Gambar 5. Activity Diagram

c. User Flow Diagram

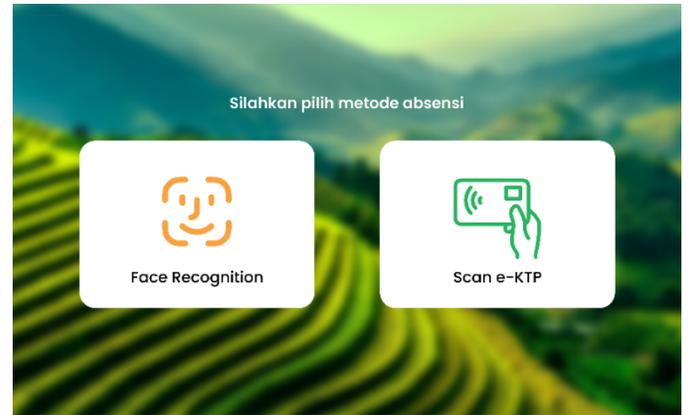
User flow diagram menggambarkan alur interaksi pengguna saat menggunakan sistem absensi berbasis face recognition, mulai dari proses masuk aplikasi hingga berhasil melakukan absensi. Diagram ini memvisualisasikan setiap langkah yang dilalui pengguna, seperti pemindaian wajah dan konfirmasi kehadiran, sehingga membantu dalam memahami pengalaman pengguna dan merancang antarmuka yang lebih intuitif dan mudah digunakan.



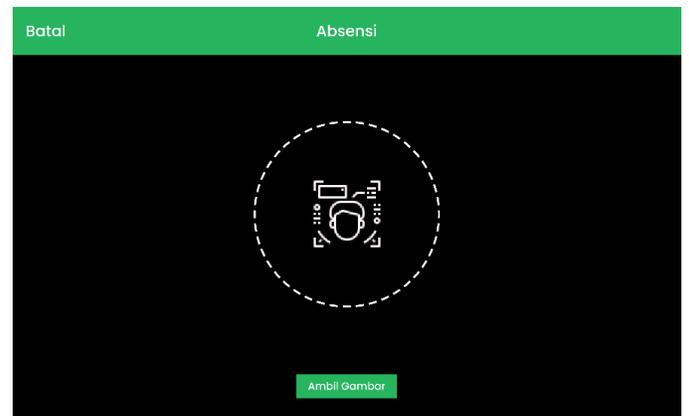
Gambar 6. User Flow Absensi

d. Design Interface

Untuk memastikan kemudahan penggunaan dan meningkatkan kepuasan pengguna, desain antarmuka pengguna (UI/UX) disusun secara visual. Desain ini mencakup tampilan layar dan elemen interaktif yang akan digunakan dalam sistem, seperti:



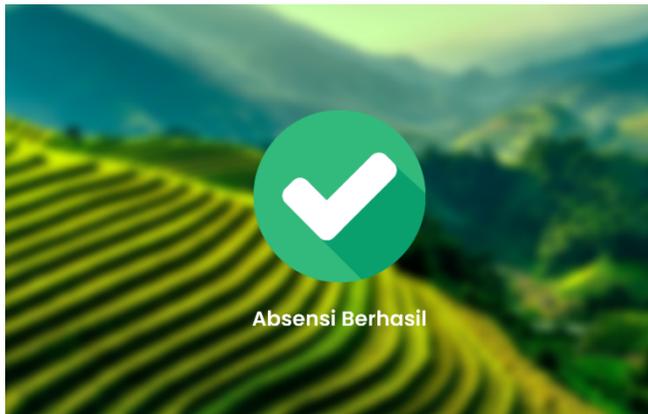
Gambar 7. Desain Tampilan Pilih Opsi Absensi



Gambar 8. Desain Tampilan Kamera Absensi



Gambar 9. Desain Halaman Konfirmasi Data



Gambar 10. Desain Tampilan Absensi Berhasil

3. Develop

Tahap *develop* merupakan proses implementasi dari desain sistem yang telah disusun sebelumnya. Pengembangan dilakukan menggunakan Visual Studio Code sebagai IDE, dengan memanfaatkan *framework React Native* untuk membangun aplikasi absensi berbasis face recognition yang dapat berjalan di perangkat mobile. Berikut merupakan hasil dari aplikasi yang telah berhasil dikembangkan.

a. Pengembangan Sistem

1) Fitur Pilihan Opsi Absensi



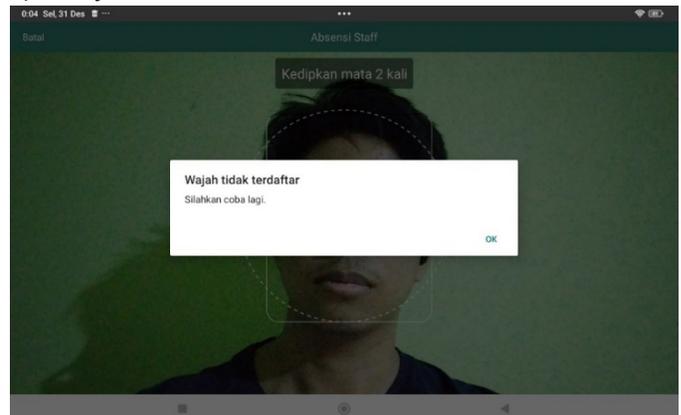
Gambar 11. Fitur Pilihan Opsi Absensi
Pada fitur ini, pengguna dapat memilih 2 fitur absensi yaitu deteksi wajah atau *scan* e-KTP.

2) Fitur Absensi dengan Pengenalan Wajah



Gambar 12. Fitur Absensi dengan Pengenalan Wajah
Pada fitur ini kita dapat melakukan absensi dengan memanfaatkan fitur *liveness* yang telah dibuat yaitu dengan melakukan kedipan mata sebanyak 2 kali maka sistem akan otomatis akan mengambil foto.

3) Wajah Tidak Terdaftar



Gambar 13. Deteksi Wajah Tidak Terdaftar

Jika wajah yang dimasukkan tidak dikenali oleh sistem, maka akan muncul notifikasi bahwa wajah tersebut belum terdaftar.

4) Informasi Data Pengguna



Gambar 14. Tampilan Informasi Data Pengguna

Jika sistem mengenali wajah dari gambar yang diinputkan maka sistem akan mengambil data dari wajah yang dikenali tersebut kemudian akan ditampilkan ke pengguna seperti pada Gambar 14.

5) Absensi Berhasil



Gambar 15. Tampilan Absensi Berhasil

b. Pengujian sistem

1) Uji coba

Pada tahap ini dilakukan dua jenis uji coba, yaitu uji coba dalam skala kecil dan skala besar.

a) Uji Coba Skala Kecil

Pengujian skala kecil dilakukan untuk menentukan nilai ambang batas (*threshold*) yang paling optimal pada sistem absensi berbasis face recognition. Pengujian ini melibatkan lima responden, masing-masing diuji dalam dua kondisi: sebagai wajah yang terdaftar dan tidak terdaftar. Hasil dari pengujian ini menjadi dasar dalam menetapkan *threshold* yang akan digunakan dalam sistem.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Skala Kecil

Kategori	Jumlah Responden	Nilai Cosine (max)	Nilai Cosine (min)	Nilai Cosine (rata-rata)
Terdaftar	5	0.92	0.77	0.84
Tidak Terdaftar	5	0.56	0.43	0.50

Berdasarkan hasil uji skala kecil, ditetapkan bahwa *threshold* 0.7 merupakan nilai ambang batas yang optimal untuk sistem absensi berbasis *face recognition* pada penelitian ini. Wajah terdaftar menunjukkan nilai cosine similarity antara 0.77 hingga 0.92 dengan rata-rata 0.84, sedangkan wajah yang tidak terdaftar memiliki rentang nilai antara 0.43 hingga 0.56 dengan rata-rata 0.50. Selisih yang signifikan antara kedua kelompok menunjukkan bahwa *threshold* 0.7 mampu secara efektif membedakan wajah yang terdaftar dan tidak terdaftar, serta menjamin akurasi dalam proses identifikasi.

b) Uji Coba Skala Besar

Uji coba ini dilaksanakan di kantor PT Digital Desa Indonesia dengan melibatkan 30 responden guna mengevaluasi kinerja sistem absensi berbasis *face recognition*. Evaluasi difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu pengenalan wajah yang terdaftar, penolakan terhadap wajah yang tidak terdaftar, serta tingkat akurasi deteksi wajah. Hasil analisis data dari uji coba tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Skala Besar

Kategori	Jumlah Responden	Nilai Cosine (max)	Nilai Cosine (min)	Nilai Cosine (rata-rata)
Terdaftar	15	0.96	0.83	0.90
Tidak Terdaftar	15	0.67	0.42	0.53

Cosine similarity digunakan untuk mengukur tingkat kesamaan antara dua vektor, dengan rentang nilai antara 0 hingga 1. Dalam konteks sistem pengenalan wajah, semakin tinggi nilai *cosine similarity*, semakin besar tingkat kemiripan antara wajah yang dibandingkan. Berdasarkan hasil pengujian, wajah yang terdaftar memiliki nilai *cosine similarity* antara 0.83 hingga 0.96 dengan rata-rata sekitar 0.9, menunjukkan kecocokan tinggi dengan data wajah yang tersimpan. Sementara itu, wajah yang tidak terdaftar menunjukkan nilai antara 0.42 hingga 0.67, dengan rata-rata sekitar 0.53, yang mengindikasikan tingkat kemiripan yang lebih rendah. Untuk membedakan kedua kategori ini secara akurat, *threshold* sebesar 0.7 ditetapkan sebagai ambang batas keputusan berdasarkan hasil pengujian skala kecil.

- Wajah yang Terdaftar pada Sistem

Tabel 3. Hasil Uji Coba Wajah yang Terdaftar

Daftar Wajah yang terdaftar	Hasil deteksi wajah	
	Benar	Salah
15	15	0

Dari 15 responden, semua responden mendaftar dengan wajah mereka, sehingga total wajah yang terdaftar dalam sistem adalah 15. Sistem berhasil mendeteksi 15 wajah dengan benar. Persentase deteksi benar dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = (x / x_n) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = (15 / 15) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = 100\%$$

Keterangan:

x = Jumlah wajah terdaftar yang terdeteksi oleh sistem.

x_n = Jumlah total wajah terdaftar yang diuji.

- Wajah yang Tidak Terdaftar pada Sistem

Tabel 4. Hasil Uji Coba Wajah yang Tidak Terdaftar

Daftar Wajah yang tidak terdaftar	Hasil deteksi wajah	
	Benar	Salah
15	15	0

Dari 15 responden, 15 wajah yang tidak terdaftar diuji. Sistem berhasil menolak 15 wajah yang tidak terdaftar. Persentase deteksi tidak diterima dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = (x / x_n) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = (15 / 15) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Deteksi Benar} = 100\%$$

Keterangan:

x = Jumlah wajah tidak terdaftar yang terdeteksi oleh sistem.

x_n = Jumlah total wajah tidak terdaftar yang diuji.

- Keakuratan Deteksi Wajah

Tabel 5. Hasil Uji Coba

Daftar Wajah yang diuji	Hasil deteksi wajah	
	Benar	Salah
30	30	0

Dari total 30 wajah yang diuji (15 wajah terdaftar dan 15 wajah tidak terdaftar), sistem berhasil mendeteksi 30 wajah dengan benar (15 wajah terdaftar dan 15 wajah tidak terdaftar). Persentase keakuratan deteksi dihitung sebagai berikut:

$$\text{Keakuratan Deteksi} = (x / x_n) \times 100\%$$

$$\text{Keakuratan Deteksi} = (15 / 15) \times 100\%$$

$$\text{Keakuratan Deteksi} = 100\%$$

Keterangan:

x = Jumlah wajah yang terdeteksi benar (baik yang terdaftar maupun yang tidak terdaftar).

x_n = Jumlah total wajah yang diuji.

2) Aspek *Functional Suitability*

Sistem absensi berbasis *face recognition* yang dikembangkan memerlukan validasi kelayakan dari pakar untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai tujuan. Validasi ini melibatkan tiga dosen dari Jurusan Teknik Informatika Universitas Negeri Makassar sebagai validator. Evaluasi dilakukan menggunakan skala Guttman, di mana setiap fitur dinilai dengan pilihan "Ya" jika berfungsi dengan baik, dan "Tidak" jika belum memenuhi kriteria.

Berdasarkan hasil pengujian, ketiga validator memberikan penilaian "Ya" terhadap seluruh 10 fungsi yang diuji. Rekapitulasi hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Skala Guttman

Jawaban	Skor penilaian		
	Validator 1	Validator 2	Validator 3
Ya	10	10	10
Tidak	0	0	0
Hasil Persentase	100%	100%	100%

Hasil validasi menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis *face recognition* telah memenuhi syarat fungsionalitas dengan persentase 100%. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang telah terimplementasi dengan baik dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

3) Aspek *Reliability*

Pengujian *reliability* bertujuan mengevaluasi konsistensi dan stabilitas kinerja aplikasi dalam berbagai kondisi penggunaan. Uji ini memastikan bahwa aplikasi mampu beroperasi tanpa gangguan, baik dalam penggunaan rutin maupun pada skenario uji intensif, serta menilai ketahanannya terhadap interaksi berulang dari pengguna. Pada penelitian ini, pengujian *reliability* dilakukan menggunakan Firebase Test Lab, dengan hasil yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Reliability

Waktu Pengujian	Actions/ Click	Persentase Sukses per-test	Hasil
7 menit	340	100%	Passed
15 menit	833	100%	Passed
45 menit	3662	100%	Passed
Rata-rata		100%	

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan Firebase Test Lab, uji *reliability* dilakukan sebanyak tiga kali dengan durasi yang bervariasi. Seluruh pengujian menunjukkan status *passed*, tanpa adanya kegagalan atau gangguan selama proses berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan pada aspek *reliability* mencapai 100%, menandakan bahwa aplikasi mampu berjalan secara stabil dan konsisten dalam berbagai kondisi pengujian.

4) Aspek *Portability*

Pengujian *portability* bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat diinstal dan dijalankan di berbagai perangkat tanpa perlu modifikasi kode secara signifikan. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan melalui Firebase Test Lab pada beberapa perangkat dengan spesifikasi berbeda, seperti variasi ukuran layar, jenis prosesor, dan versi API Android. Hasil pengujian menunjukkan sejauh mana aplikasi mampu berfungsi secara normal pada berbagai perangkat tanpa mengalami error atau gangguan teknis.

Tabel 8. Hasil Uji Portability

Device	Versi OS	Hasil
Pixel Tablet	Android 13	Berhasil
Galaxy Tab A	Android 8	Berhasil
Galaxy A02s	Android 12	Berhasil
Galaxy Z fold 4	Android 13	Berhasil
Lenovo Tab P11	Android 11	Berhasil

Pengujian aspek *portability* menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dijalankan pada lima perangkat dengan variasi sistem operasi dan spesifikasi yang berbeda. Seperti ditunjukkan pada Tabel 7, kelima perangkat mampu menjalankan aplikasi tanpa kendala, menandakan tidak ada permasalahan selama proses instalasi maupun penggunaan. Hasil ini mengindikasikan bahwa aplikasi mampu beroperasi secara optimal di berbagai jenis perangkat tanpa perlu modifikasi kode, dengan tingkat keberhasilan pengujian *portability* mencapai 100%.

5) Aspek *Performance Efficiency*

Pengujian *Performance Efficiency* dilakukan dengan menggunakan APPTIM untuk mengevaluasi penggunaan CPU, memori, dan energi oleh aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan sumber daya aplikasi sebagai berikut:

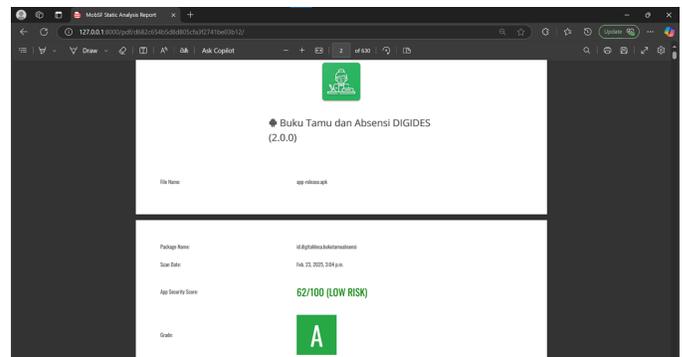
Tabel 9. Hasil Pengujian Performance Efficiency.

Aspek	Penggunaan sumberdaya	Penilaian
Penggunaan CPU	16.3%	Pass
Penggunaan Memori	277.8 MB	Moderate
Penggunaan Energi	105.3 poin	Pass

Berdasarkan hasil pengujian *performance efficiency* menggunakan APPTIM, aplikasi menunjukkan penggunaan CPU dan energi yang efisien dengan kategori Pass, sedangkan penggunaan memori aplikasi berada dalam kategori Moderate. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi bekerja dengan baik dalam hal efisiensi sumber daya.

6) Aspek *Security*

Pengujian aspek keamanan aplikasi Android yang telah dikembangkan dilakukan dengan menggunakan MobSF (*Mobile Security Framework*). Hasil pengujian keamanan ini dapat dilihat pada gambar berikut.



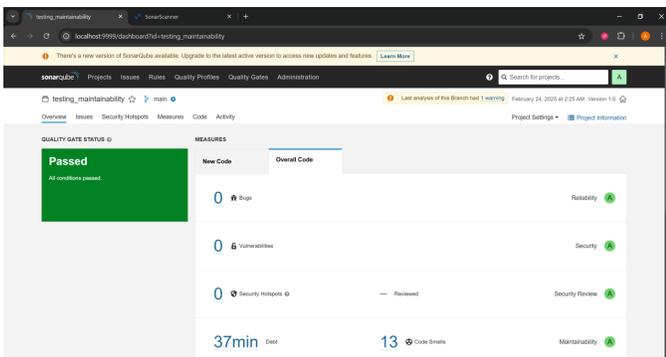
Gambar 16. Hasil Pengujian menggunakan MobSF.

Berdasarkan hasil pengujian dengan *Mobile Security Framework* (MobSF) yang ditampilkan pada Gambar 16, aplikasi memperoleh skor keamanan sebesar 62 dari 100 dengan kategori *Low Risk* dan peringkat *grade A*. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi tergolong aman untuk digunakan. Secara keseluruhan, tidak ditemukan kerentanan signifikan yang dapat membahayakan

pengguna maupun data, sehingga aplikasi dinyatakan lolos uji pada aspek *security*.

7) Aspek *Maintainability*

Pengujian aspek *maintainability* pada aplikasi dilakukan menggunakan SonarQube, sebuah alat yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas kode terkait kemudahan pemeliharaan dan keberlanjutan sistem. Analisis mencakup elemen seperti kompleksitas, duplikasi, dan struktur pengorganisasian kode yang berdampak pada kemampuan pengelolaan aplikasi dalam jangka panjang. Hasil dari pengujian tersebut ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 17. Hasil Pengujian menggunakan SonarQube

Hasil pengujian melalui SonarQube menunjukkan bahwa aplikasi berhasil melewati *quality gate* dengan status *passed*, menandakan bahwa seluruh kriteria kelayakan untuk produksi telah terpenuhi. Aplikasi memperoleh nilai A pada aspek *maintainability*, yang mengindikasikan bahwa struktur kodenya mudah dipelihara dan efisien. Selain itu, tidak ditemukan isu signifikan terkait duplikasi atau kompleksitas kode yang dapat menghambat proses pengembangan di masa mendatang. Dengan demikian, aplikasi ini menunjukkan kesiapan yang baik untuk pemeliharaan dan pengembangan berkelanjutan.

8) Aspek *Compatibility*

Pengujian aspek *compatibility* dilakukan dengan menjalankan Aplikasi Buku Tamu Desa secara bersamaan dengan lima aplikasi lain untuk menilai kemampuannya beroperasi tanpa konflik. Seluruh pengujian menunjukkan hasil berhasil, di mana tidak ditemukan gangguan atau penurunan performa selama penggunaan bersama. Rincian hasil pengujian disajikan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 11. Hasil Rekapitulasi Pengujian Compatibility.

No	Aplikasi yang dijalankan bersamaan		Hasil
1	Aplikasi Buku Tamu Desa	Youtube	Berhasil
2	Aplikasi Buku Tamu Desa	Chrome	Berhasil
3	Aplikasi Buku Tamu Desa	Play Store	Berhasil
4	Aplikasi Buku Tamu Desa	Google Maps	Berhasil
5	Aplikasi Buku Tamu Desa	Telegram	Berhasil

Dari lima percobaan yang dilakukan, seluruhnya berhasil, menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa Aplikasi Buku Tamu Desa kompatibel untuk dijalankan secara bersamaan dengan aplikasi lain tanpa menyebabkan gangguan fungsional.

4. Disseminate

Setelah pengembangan fitur absensi berbasis *face recognition* selesai, sistem diimplementasikan pada aplikasi "Buku Tamu Desa" milik PT Digital Desa Indonesia dan digunakan langsung oleh staf serta pengunjung desa dalam aktivitas absensi.

Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk menilai aspek *usability* dari sistem yang telah dikembangkan. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 30 responden pengguna aplikasi. Kuesioner mencakup empat aspek utama, yaitu *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Setiap pernyataan dalam kuesioner dinilai menggunakan skala Likert 5 poin, mulai dari "Sangat Tidak Setuju" (1) hingga "Sangat Setuju" (5).

Skor yang diberikan oleh masing-masing responden diolah untuk menghitung persentase tingkat *usability* dari sistem. Rekapitulasi hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Hasil Pengujian Usability.

Pernyataan	Jawaban Responden				
	5	4	3	2	1
Pernyataan 1	16	14	0	0	0
Pernyataan 2	12	17	1	0	0
Pernyataan 3	13	16	1	0	0
Pernyataan 4	10	15	5	0	0
Pernyataan 5	6	18	5	1	0
Pernyataan 6	6	24	0	0	0
Pernyataan 7	10	20	0	0	0
Pernyataan 8	10	20	0	0	0
Pernyataan 9	10	18	2	0	0
Pernyataan 10	11	18	1	0	0
Pernyataan 11	10	20	0	0	0

Pernyataan 12	9	17	4	0	0
Pernyataan 13	10	20	0	0	0
Pernyataan 14	10	19	1	0	0
Pernyataan 15	11	19	0	0	0
Total	154	275	20	1	0

Skor Total:

$$Skor_{total} = (J_{ss} \times 5) + (J_s \times 4) + (J_{ks} \times 3) + (J_{ts} \times 2) + (J_{sts} \times 1)$$

$$Skor_{total} = (154 \times 5) + (275 \times 4) + (20 \times 3) + (1 \times 2) + (0 \times 1)$$

$$Skor_{total} = 770 + 1100 + 60 + 2 + 0$$

$$Skor_{total} = 1932$$

Skor Maksimal:

$$Skor_{maksimal} = JP \times JR \times S_{tb}$$

$$Skor_{maksimal} = 15 \times 30 \times 5$$

$$Skor_{maksimal} = 2250$$

Skor Minimal:

$$Skor_{minimal} = JP \times JR \times S_{tk}$$

$$Skor_{minimal} = 15 \times 30 \times 1$$

$$Skor_{minimal} = 450$$

Keterangan:

J_{ss} = Jumlah responden dengan jawaban Sangat Setuju

J_s = Jumlah responden dengan jawaban Setuju

J_{ks} = Jumlah responden dengan jawaban Kurang Setuju

J_{ts} = Jumlah responden dengan jawaban Tidak Setuju

J_{sts} = Jumlah responden dengan jawaban Sangat Tidak Setuju

JP = Jumlah pertanyaan

JR = Jumlah responden

S_{tb} = Skor terbesar bobot jawaban

S_{tk} = Skor terkecil bobot jawaban

Rangkuman Skor:

Skor Total: 1932

Skor Maksimal: 2250

Skor Minimal: 450

$$Persentase Usability = \frac{Skor_{total}}{Skor_{maksimal}} \times 100\%$$

$$Persentase Usability = \frac{1932}{2250} \times 100\% = 85.87\%$$

Dengan demikian, tingkat pencapaian sistem yang diperoleh dari 30 responden adalah 85.87%. Setelah persentase skor diperoleh, selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan interpretasi skala penilaian *usability*, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 12. Hasil konversi persentase skor dan interpretasi *usability*.

No	Persentase Skor	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
1	81%-100%	Sangat Baik	19	63.33%
2	61%-80%	Baik	11	36.67%
3	41%-60%	Cukup Baik	0	0%
4	21%-40%	Tidak Baik	0	0%
5	<20%	Sangat Tidak Baik	0	0%
Total			30	100%

Berdasarkan hasil evaluasi dari responden, sistem memperoleh tingkat *usability* sebesar 85,87%, yang tergolong dalam kategori Sangat Baik. Persentase ini diperoleh melalui perhitungan total skor dari masing-masing aspek yang dikonversi ke dalam bentuk persentase. Hasil distribusi frekuensi menunjukkan bahwa 63,33% responden menilai sistem Sangat Baik, sementara 36,67% menilai Baik. Tidak terdapat responden yang memberikan penilaian pada kategori Cukup Baik, Tidak Baik, maupun Sangat Tidak Baik. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem mendapat tingkat kepuasan pengguna yang sangat tinggi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *face recognition* pada aplikasi Buku Tamu Desa PT Digital Desa Indonesia berjalan secara efektif. Aspek *functional* memperoleh skor 100%, menandakan bahwa seluruh fitur berfungsi sesuai dengan tujuan tanpa kendala. Tingkat *reliability* juga mencapai 100%, yang menunjukkan bahwa sistem dapat dioperasikan secara andal tanpa kesalahan. Pada aspek *performance*, aplikasi menunjukkan kinerja yang baik dengan penggunaan CPU sebesar 16,3% dan konsumsi energi sebesar 105,3 poin yang dikategorikan *pass*. Sementara itu, penggunaan memori sebesar 277,8 MB dinilai *moderate*, yang tetap menunjukkan efisiensi dalam penggunaan sumber daya.

Dari sisi kepraktisan, aplikasi ini terbukti mudah digunakan dan diterapkan dalam lingkungan nyata. Aplikasi memperoleh *grade A* pada pengujian *security*, menandakan bahwa data pribadi pengguna terlindungi dengan baik. Pemeliharaan aplikasi juga memperoleh nilai A, menunjukkan kemudahan dalam pembaruan dan perawatan. Aplikasi ini berhasil diuji pada 5 perangkat dan 5 *software* berbeda, yang menunjukkan

compatibility dan *portability* yang sangat baik. *Usability* dengan skor 85.87% yang menunjukkan hasil yang sangat baik, menandakan aplikasi ini sangat praktis dan mudah digunakan oleh pengguna.

IV. CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi model *FaceNet* dan *plugin Face Detector* dalam pengembangan fitur pengenalan wajah pada sistem absensi aplikasi “Buku Tamu Desa” milik PT Digital Desa Indonesia menunjukkan kinerja yang sangat baik. Uji coba sistem mengindikasikan kemampuan deteksi dan pengenalan wajah dengan akurasi mencapai 100%. Nilai *cosine similarity* untuk wajah yang terdaftar berada pada rentang 0,83 hingga 0,96, sedangkan untuk wajah yang tidak terdaftar berkisar antara 0,42 hingga 0,67. Penggunaan *threshold* sebesar 0,7 terbukti efektif dalam membedakan antara wajah terdaftar dan tidak terdaftar, sehingga memastikan keakuratan proses absensi. Selain itu, penerapan fitur *face recognition* ini berhasil mengatasi keterbatasan sistem absensi sebelumnya yang bergantung pada pemindaian KTP, dengan menawarkan alternatif yang lebih praktis dan efisien tanpa memerlukan perangkat eksternal tambahan.

Keefektifan dan kepraktisan sistem ini juga tercermin dari hasil pengujian *fungsiionalitas* yang mencapai 100%, menunjukkan bahwa fitur berjalan sesuai dengan ekspektasi tanpa kegagalan operasional. Aspek reliabilitas sistem juga sangat tinggi, dengan nilai 100%, menandakan keandalan aplikasi dalam penggunaan sehari-hari. Dari sisi performa, sistem menunjukkan efisiensi penggunaan sumber daya dengan konsumsi CPU sebesar 16,3% dan memori sebesar 277,8 MB, serta penggunaan energi yang hemat, yang mendukung nilai praktis aplikasi dalam operasional rutin.

Usability aplikasi memperoleh skor 85,87%, yang masuk dalam kategori sangat baik, menandakan kemudahan penggunaan dan pengalaman pengguna yang memuaskan. Selain itu, sistem juga menunjukkan tingkat keamanan yang sangat baik dengan perolehan *grade A* pada pengujian keamanan, serta *maintainability* dan *portability* yang tinggi, yang menegaskan kemudahan pemeliharaan dan kemampuan aplikasi untuk dijalankan di berbagai perangkat dan sistem operasi.

REFERENCES

- [1] A. A. Fauzi *et al.*, *Pemanfaatan Teknologi Informasi di Berbagai Sektor pada Masa Society 5.0 Penulis*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023. [Online]. Available: www.sonpedia.com
- [2] D. Andreswari, F. Farady Coastera, and M. Yusa, “Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang Maksimal untuk Mendukung Pelaksanaan Tugas Administrasi Pemerintahan di Kelurahan Sawah Lebar Baru,” 2023. [Online]. Available: www.ejournal.unib.ac.id/index.php/abdireksa
- [3] Abdulloh, “Implementasi Sistem Informasi Manajemen dalam Meningkatkan Pelayanan Publik,” 2020.
- [4] S. Pramesti and P. T. Febrianto, “Implementasi Sistem Absensi Digital untuk Meningkatkan Efisiensi Pencatatan Kehadiran Guru di Sekolah Dasar,” Apr. 2024.
- [5] A. P. Prima Suhendri and H. N. Huda, “Implementasi Mobile Attendance System Dengan Metode Face Recognition,” vol. 2, no. 6, pp. 1013–1022, 2024.
- [6] Alfiana, L. Sri Mulatsih, S. Kakaly, R. Rais, L. Husnita, and Asfahani, “Pemberdayaan Masyarakat dalam Mewujudkan Desa Edukasi Digital di Era Teknologi,” *Communnity Development Journal*, vol. 4, pp. 7113–7120, 2023.
- [7] T. Abdillah, S. Siwa, R. T. R. L Bau, and S. Yunarti, “Aplikasi Absensi Siswa menggunakan Face API Recognition,” *Digital Transformation Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 497–503, Jul. 2024, doi: 10.47709/digitech.v4i1.4342.
- [8] E. Tohidi, R. Fahrezi Maulana, E. Wahyudin, and Kaslani, “Penerapan Aplikasi Absensi Face Recognition dengan Opencv menggunakan Algoritma Haarcascade Classifier di SMK Muthia Harapan Cicalengka,” Mar. 2024.
- [9] Kavita and R. S. Chhillar, “Face Recognition Challenges and Solutions using Machine Learning,” Oct. 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/374738467>.
- [10] F. Cahyono, “Pengenalan Wajah menggunakan Model Facenet untuk Presensi Pegawai,” 2020.

- [11] B. Hartanto, B. W. Yudanto, and S. Informasi, "Implementasi Google ML Kit untuk Liveness Detection dalam Sistem Face Recognition : Analisis Kinerja dan Keamanan pada Aplikasi Mobile," vol. 4, no. 1, pp. 32–38, 2025.