

Perancangan Sistem Absensi Cerdas Berbasis IOT Menggunakan RFID dan Validasi Wajah Facenet

Sby Sepdianto Manalu¹, Surianto Sitepu², Harlen Gilbert Simanullang³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Received, Des 11, 2026

Revised, Jan 22, 2026

Accepted, Feb 15, 2026

Keywords:

Internet of Things (IoT),

Absensi Cerdas,

RFID,

FaceNet,

Raspberry Pi.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem absensi cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor RFID RC522 dan kamera *webcam* menggunakan Raspberry Pi 5 sebagai pusat kendali. Sistem menerapkan metode autentikasi multi-faktor yang memadukan identifikasi kartu RFID sebagai pemicu awal dan algoritma FaceNet untuk ekstraksi fitur wajah. Fitur wajah diekstraksi menjadi *embedding* vektor 128-dimensi yang diukur kemiripannya menggunakan *Euclidean Distance*. Sistem dirancang dengan logika *monitoring* durasi kehadiran untuk mendeteksi secara otomatis perilaku mahasiswa yang meninggalkan kelas sebelum waktunya atau "cabut". Hasil pengujian menunjukkan bahwa keseluruhan arsitektur sistem beroperasi secara *real-time* dengan rata-rata waktu respons 2,7 detik. Penerapan nilai *threshold Euclidean* sebesar 0.5 pada model FaceNet terbukti efektif menolak akses manipulasi "titip absen". Fitur pengawasan durasi berhasil mengubah status kehadiran menjadi "Cabut" secara otomatis bagi mahasiswa yang melanggar batas toleransi.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Koresponden:

Sby Sepdianto Manalu,

Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Methodist Indonesia, Medan,

Jl. Hang Tuah No.8, Medan - Sumatera Utara.

Email: sbymanalu@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Teknologi Internet of Things (IoT) telah menjadi pilar utama dalam transformasi digital di sektor pendidikan tinggi, yang memungkinkan integrasi perangkat fisik ke dalam jaringan nirkabel untuk pertukaran data secara otomatis [1]. Di lingkungan akademis, akurasi data kehadiran bukan sekadar masalah administratif, melainkan indikator utama integritas dan kedisiplinan yang memengaruhi kualitas proses belajar mengajar secara keseluruhan. Saat ini, pencatatan manual sering kali menghadapi kendala efisiensi dan risiko manipulasi data fisik [2]. Implementasi absensi manual berbasis kertas yang diterapkan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Methodist Indonesia memiliki kelemahan mendasar, seperti kerentanan terhadap praktik "titip absen" atau pemalsuan tanda tangan mahasiswa [3].

Penelitian terdahulu telah mencoba mengimplementasikan teknologi RFID (Radio Frequency Identification) untuk mengotomatisasi absensi karena kecepatan identifikasinya yang tinggi [4]. Namun, penggunaan RFID saja tidak cukup untuk menjamin keabsahan identitas karena kartu fisik tetap dapat dipindahtangankan kepada pihak lain. Oleh karena itu, integrasi biometrik wajah (Face Recognition) menjadi solusi krusial untuk memperkuat autentikasi keamanan [5]. Di antara berbagai algoritma, arsitektur FaceNet menonjol karena kemampuannya memetakan fitur wajah ke dalam

ruang Euclidean 128-dimensi dengan akurasi tinggi [6]. Penggunaan FaceNet terbukti lebih unggul dibandingkan model lain seperti DeepFace atau OpenFace dalam hal konsistensi pengenalan fitur biometrik [7].

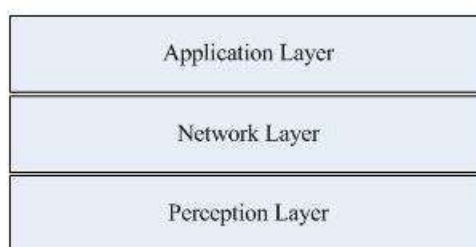
Selain itu, pengembangan model pembelajaran mesin yang ringan (lightweight) kini menjadi fokus utama agar sistem dapat dijalankan pada perangkat embedded dengan sumber daya terbatas tanpa mengurangi akurasi [8]. Sinkronisasi data secara real-time ke dalam basis data terpusat juga menjadi faktor penentu keberhasilan sistem absensi digital agar laporan dapat diakses secara transparan oleh pihak otoritas [9]. Implementasi FaceNet pada perangkat berbasis Android maupun mikrokomputer terbukti mampu memberikan waktu respons yang cepat dan efisien untuk penggunaan harian [10].

Berdasarkan permasalahan dan kajian literatur tersebut, penelitian ini merancang sistem absensi cerdas berbasis IoT yang menggabungkan metode hibrida RFID dan validasi wajah FaceNet menggunakan Raspberry Pi 5. Keunggulan utama penelitian ini adalah adanya fitur logika pemantauan durasi kehadiran untuk mendeteksi perilaku mahasiswa yang meninggalkan kelas sebelum waktunya. Dengan integrasi Web Dashboard secara real-time, diharapkan sistem ini mampu menciptakan tata kelola akademik yang lebih akuntabel dan mendukung visi transformasi digital menuju Smart Campus.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis perancangan prototipe perangkat keras dan lunak yang diuji secara eksperimental. Arsitektur sistem mengadopsi model *Three-Layer IoT Architecture*. Sistem ini dibangun mengacu pada standar arsitektur tiga lapisan (*Three-Layer Architecture*) guna memastikan alur komunikasi data yang terstruktur, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.

2.1 Arsitektur IoT Tiga Lapis (*Three-Layer IoT Architecture*)



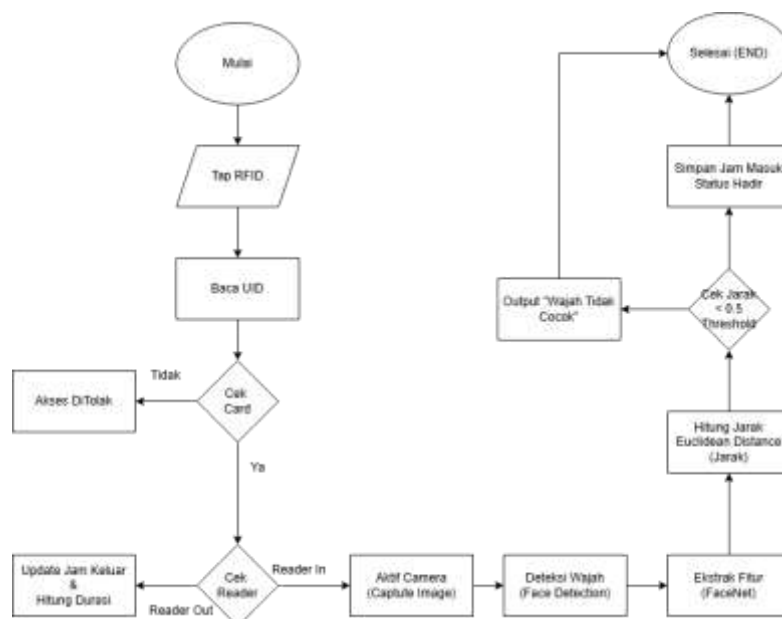
Gambar 1. Arsitektur Tiga Lapisan IoT

1. *Perception Layer* (Lapisan Persepsi)
Lapisan ini berada di tingkat paling bawah dan berfungsi mengakuisisi data dari lingkungan fisik. Pada sistem ini, proses input identitas dilakukan melalui dua unit sensor RFID RC522 untuk membedakan jalur masuk dan keluar mahasiswa. Sementara itu, input biometrik wajah ditangkap secara *real-time* menggunakan Webcam USB Logitech C270. Lapisan ini juga memberikan umpan balik interaktif secara langsung kepada pengguna melalui layar LCD 16x2 dan *Buzzer* sebagai indikator keberhasilan presensi.
2. *Network Layer* (Lapisan Jaringan)
Lapisan ini bertanggung jawab atas pemrosesan lokal (*edge computing*) dan transmisi data. Raspberry Pi 5 bertindak sebagai pusat kendali komputasi yang secara mandiri menjalankan algoritma FaceNet untuk mengekstraksi citra wajah menjadi *embedding* vektor 128-dimensi. Setelah identitas tervalidasi, modul nirkabel (Wi-Fi) pada Raspberry Pi akan mentransmisikan log kehadiran, ID kartu, dan hasil verifikasi menuju server basis data agar dapat diproses lebih lanjut.
3. *Application Layer* (Lapisan Aplikasi)
Lapisan teratas ini merupakan pusat manajemen data dan antarmuka bagi pengguna akhir (dosen atau admin). Seluruh data absensi disimpan secara terpusat dalam basis data MySQL. Pada lapisan ini, sistem menjalankan algoritma *monitoring* yang akan menghitung akumulasi waktu mahasiswa di luar kelas dan secara otomatis mengubah status kehadiran menjadi "Cabut" jika melebihi batas toleransi. Informasi ini disajikan secara *real-time* dan

tervisualisasi dengan baik melalui *Web Dashboard* berbasis Flask untuk memudahkan evaluasi kedisiplinan.

2.2 Alur Kerja Sistem (System Flow)

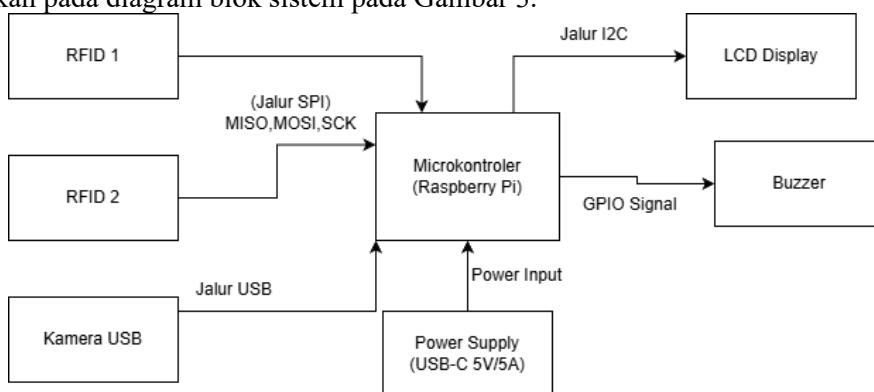
Proses operasional sistem diawali dengan penempelan kartu RFID. Jika UID kartu belum terdaftar, sistem akan membatalkan proses untuk menghemat beban komputasi. Jika UID terdaftar, kamera akan aktif untuk menangkap wajah pengguna. Algoritma FaceNet kemudian memverifikasi apakah wajah pengguna fisik cocok dengan data wajah pemilik asli kartu RFID di pangkalan data. Jika cocok, sistem mencatat waktu kehadiran ke dalam *database*; jika tidak, sistem menolak akses, sehingga secara efektif mencegah manipulasi kehadiran. Metode hibrida yang menggabungkan validasi kartu RFID dan biometrik wajah memiliki alur kerja sistematis yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses autentikasi hibrida RFID dan FaceNet.

2.3 Arsitektur Perangkat Keras (Diagram Blok)

Rancangan fisik sistem digambarkan melalui pemodelan diagram blok yang membagi sistem menjadi tiga fungsionalitas utama: masukan (*input*), pemrosesan (*process*), dan keluaran. Hubungan fungsional antar komponen elektronik dikendalikan oleh Raspberry Pi 5 sebagai pusat kendali utama yang ditunjukkan pada diagram blok sistem pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

1. Input: Terdiri dari dua modul RFID RC522 (diletakkan di pintu masuk dan pintu keluar kelas) untuk membaca *Unique Identifier* (UID) kartu mahasiswa, serta Webcam USB untuk menangkap citra wajah.
2. Process: Seluruh komputasi lokal dikendalikan oleh mikrokomputer Raspberry Pi 5. Komponen ini memproses data *serial* dari RFID dan menjalankan algoritma ekstraksi fitur wajah (FaceNet). Modul Wi-Fi terintegrasi digunakan untuk transmisi data menuju server pangkalan data.

3. Output: Terdiri dari *Buzzer* yang memberikan notifikasi audio dan modul LCD 16x2 (I2C) yang menampilkan instruksi atau status identifikasi secara visual kepada mahasiswa di lokasi presensi.

2.4 Pemodelan Sistem Perangkat Lunak (UML)

Pengembangan perangkat lunak untuk sistem presensi dan *dashboard monitoring* dimodelkan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) guna memetakan interaksi fungsional sistem.

a. *Activity Diagram* Autentikasi Masuk

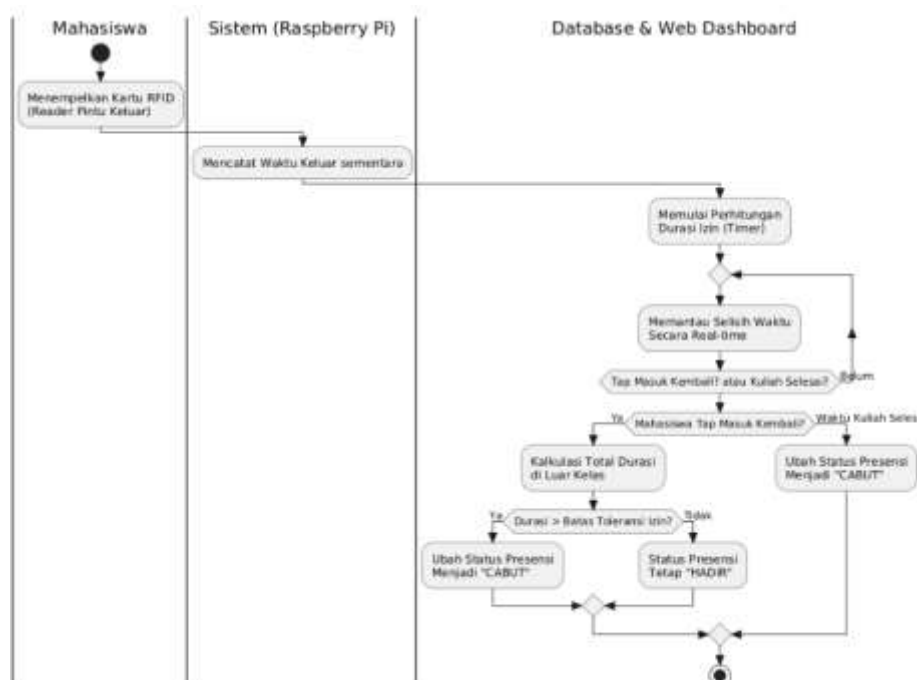
Alur kerja autentikasi hibrida pada sistem ini dirancang untuk mencegah manipulasi kehadiran sejak tahap awal identifikasi. Proses dimulai ketika mahasiswa memindai kartu RFID pada *reader* pintu masuk. Sistem pada lapisan *edge* (Raspberry Pi) akan memvalidasi *Unique Identifier* (UID) kartu tersebut ke basis data. Jika UID tidak terdaftar, proses komputasi dihentikan. Namun, jika UID valid, sistem akan memicu kamera untuk menangkap citra wajah pengguna secara *real-time*. Citra tersebut kemudian diekstraksi oleh algoritma FaceNet menjadi vektor 128-dimensi dan dibandingkan dengan *encoding* wajah di basis data menggunakan metrik *Euclidean Distance*. Akses presensi hanya diterima dan dicatat sebagai "HADIR" apabila nilai jarak *Euclidean* kurang dari ambang batas toleransi ($< 0,5$), yang menandakan bahwa pengguna fisik adalah pemilik asli dari kartu identitas tersebut. Proses dimulai dengan pembacaan UID kartu yang memicu aktifnya kamera untuk verifikasi wajah. Alur detail logika autentikasi ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alur kerja hibrida (RFID + FaceNet) saat mahasiswa absen masuk.

b. *Activity Diagram* Deteksi "Cabut"

Selain autentikasi keamanan saat masuk, sistem ini memiliki fungsionalitas pengawasan durasi kehadiran untuk mengatasi masalah kedisiplinan. Ketika mahasiswa menempelkan kartu pada *reader* RFID di pintu keluar, sistem tidak langsung mencatat presensi akhir, melainkan memicu algoritma penghitung waktu mundur (*timer*). Sistem akan memantau selisih waktu selama mahasiswa berada di luar ruangan. Apabila mahasiswa tidak melakukan pemindaian masuk kembali (*tap-in*) hingga batas waktu toleransi izin yang dikonfigurasi pada *Web Dashboard* terlampaui, atau waktu perkuliahan telah dinyatakan selesai, maka basis data akan secara otomatis mengubah status presensi mahasiswa bersangkutan menjadi "CABUT". Fitur ini memastikan dosen mendapatkan laporan kehadiran efektif yang bebas dari intervensi manual. Sistem memantau durasi mahasiswa di luar ruangan untuk mendeteksi perilaku membolos, dengan urutan aktivitas yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram mendeteksi mahasiswa yang keluar kelas melebihi batas waktu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menguraikan hasil pengujian fungsional dan analisis kinerja dari purwarupa sistem absensi cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah diimplementasikan menggunakan Raspberry Pi 5. Evaluasi kinerja difokuskan pada tingkat akurasi sensor, keberhasilan autentikasi biometrik wajah, efektivitas logika "cabut", serta waktu respons sistem.

3.1. Pengujian Sensor RFID RC522

Pengujian fungsionalitas diawali dengan mengukur sensitivitas sensor RFID pada lapisan persepsi. Berdasarkan uji coba, pembacaan *Unique Identifier* (UID) kartu MIFARE beroperasi secara optimal pada rentang jarak 0 hingga 3 cm dengan waktu respons kurang dari 1 detik. Jika UID tidak terdaftar dalam basis data, sistem terbukti mampu memutus proses dan tidak mengaktifkan kamera, sehingga sangat efisien dalam menghemat daya komputasi Raspberry Pi.

3.2. Pengujian Akurasi Validasi Wajah (FaceNet)

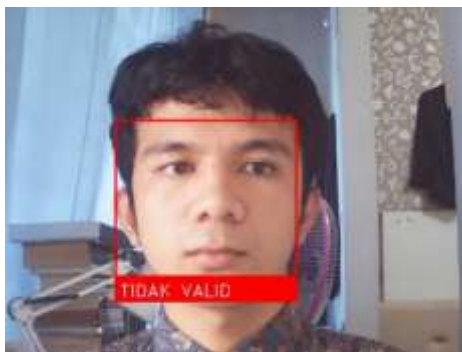
Pengujian kinerja ekstraksi fitur FaceNet dilakukan dengan menetapkan nilai ambang batas (*threshold*) *Euclidean Distance* sebesar 0,5. Pengujian dibagi menjadi dua skenario utama:

1. Skenario Valid (Pemilik Asli): Ketika kartu dan wajah mahasiswa sesuai, algoritma menghasilkan perhitungan jarak *Euclidean* di bawah ambang batas (rata-rata 0,479). Sistem merespons dengan menampilkan notifikasi "Hadir" dan membuka akses, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Visualisasi deteksi wajah pada skenario akses valid (pemilik asli)

2. Skenario Invalid (Simulasi "Titip Absen"): Pada simulasi kecurangan di mana kartu valid digunakan oleh orang berbeda, sistem mendeteksi lonjakan jarak *Euclidean* menjadi 0,581 (melewati ambang batas 0,5) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Autentikasi lapis kedua ini secara otomatis menggagalkan manipulasi tersebut.



Gambar 7. Visualisasi penolakan akses pada skenario kecurangan "titip absen"

3.3. Evaluasi Logika Monitoring "Cabut" dan Waktu Respons

Pengujian fungsionalitas pemantauan dibuktikan melalui integrasi perangkat *edge* dengan antarmuka *Web Dashboard*. Saat mahasiswa melakukan presensi di kelas, data secara instan dikirimkan ke *server* dan ditampilkan pada halaman *monitoring*. Melalui fitur ini, dosen maupun administrator dapat memantau status mobilitas mahasiswa secara langsung (*real-time*), untuk mengetahui apakah mereka sedang berada di dalam ruangan kelas atau sedang izin keluar, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan antarmuka Web Dashboard pemantauan mahasiswa secara real-time.

No	Nama Mahasiswa	ID	Absen	Status Kehadiran	Status Presensi	Waktu Masuk	Waktu Keluar	Durasi Kehadiran	Absensi
1	UTIKA ADHARISTIA	11010101	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	00:00:00	HADIR
2	DEWI DEWIYANTI KURNIAWATI	11010102	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	00:00:00	CABUT
3	ADAMUTAMA YUSUF ANDHAR SUDIRMAN	11010103	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	00:00:00	HADIR
4	ABDULLAH KURNIAWATI	11010104	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	00:00:00	CABUT
5	MUSLIMAH KURNIAWATI	11010105	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00	00:00:00	CABUT

Gambar 9. Tampilan laporan harian mahasiswa dengan indikator status "HADIR" dan "CABUT".

Sebagai hasil akhir dari logika "anti-cabut", sistem secara otomatis merekapitulasi akumulasi durasi kehadiran mahasiswa saat sesi perkuliahan berakhir. Algoritma sistem terbukti berhasil memfilter kedisiplinan mahasiswa; mereka yang meninggalkan kelas melampaui batas toleransi waktu izin yang ditetapkan langsung diklasifikasikan dengan status pelanggaran. Hal ini divisualisasikan dengan sangat jelas pada menu laporan harian seperti yang terlihat pada Gambar 9, di mana sistem secara tegas memberikan label "CABUT" dengan indikator warna merah, sedangkan mahasiswa yang disiplin diberikan label "HADIR" dengan indikator warna hijau.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem absensi cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan RFID dan validasi wajah metode FaceNet, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berhasil Merancang Arsitektur IoT Terintegrasi: Penelitian ini telah berhasil membangun purwarupa sistem absensi yang mengintegrasikan Raspberry Pi 5 sebagai pusat kendali (*edge device*), modul RFID RC522 sebagai pemicu (*trigger*), dan kamera sebagai sensor visual. Seluruh komponen perangkat keras terbukti mampu berkomunikasi secara *real-time* dengan basis data MySQL dan antarmuka *Web Dashboard*, sehingga proses pencatatan kehadiran tidak lagi bergantung pada metode manual (kertas).
2. Efektivitas Validasi Wajah dalam Mencegah "Titip Absen": Implementasi metode arsitektur FaceNet terbukti efektif sebagai mekanisme keamanan lapisan kedua. Berdasarkan pengujian, sistem mampu menolak akses kartu valid yang digunakan oleh orang yang tidak berhak (praktik titip absen) dengan menetapkan ambang batas jarak vektor (*Euclidean Distance Threshold*) sebesar 0,5. Hal ini menjamin integritas data kehadiran mahasiswa sesungguhnya.
3. Peningkatan Disiplin Melalui Fitur "Anti-Cabut": Sistem berhasil menerapkan logika algoritma untuk memonitor durasi kehadiran mahasiswa di dalam kelas. Fitur ini secara otomatis mengubah status kehadiran menjadi "CABUT" (indikator merah) apabila mahasiswa terdeteksi meninggalkan kelas melebihi batas waktu toleransi atau tidak melakukan *tap* keluar saat perkuliahan berakhir. Fitur ini memberikan data objektif bagi dosen untuk mengevaluasi kedisiplinan mahasiswa.
4. Kinerja dan Responsivitas Sistem: Sistem mampu beroperasi dengan kinerja yang stabil di lingkungan perkuliahan. Rata-rata waktu respons sistem mulai dari penempelan kartu hingga verifikasi wajah selesai tercatat selama 2,7 detik. Waktu pemrosesan ini dinilai efisien untuk menangani antrian masuk kelas, mengingat kompleksitas komputasi kecerdasan buatan yang dijalankan pada perangkat *embedded*.

REFERENSI

- [1] M. Garonga, M. Putra Pratama, W. Yavet Tandirerung, A. Arfandi, and D. Puspitasari, "Tondok Smart untuk Indonesia Emas 2045: Integrasi MOOCs dan IoT dalam Mewujudkan Literasi Digital dan Ketahanan Pangan di Wilayah 3T," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 4, no. Desember, pp. 184–192, 2025.
- [2] S. Y. Bastian, A. Triayudi, and A. Gunaryati, "Perancangan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Pada Laboratorium FTKI UNAS Menggunakan Teknologi RFID," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, p. 82, Jan. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1895.
- [3] B. A. C. Permana, M. Djamaluddin, and S. W. Saputra, "Penerapan Sistem Absensi Siswa Menggunakan Teknologi Internet Of Things," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 170–176, Jan. 2023, doi: 10.29408/jit.v6i1.7511.
- [4] Y. P. Manik and S. Sitohang, "PERANCANGAN SISTEM ABSEN BERBASIS FACE RECOGNITION," *JURNAL COMASIE*, vol. 12, no. 04, 2025.
- [5] A. Puspita, S. I*, and B. Hendrik, "Analisis Komparatif Algoritma Deep Learning untuk Pengenalan Wajah: CNN, FaceNet, dan ArcFace," *Journal of Education Research*, vol. 6, no. 4, Nov. 2025.
- [6] E. W. Lestari, B. Abdullah, and Arifin, "Rancang Bangun Presensi Otomatis Pendeteksi Wajah Menggunakan Webcam Berbasis IOT," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 13, no. 3, pp. 338–349, Oct. 2024, doi: 10.23887/jstundiksha.v13i3.83172.
- [7] M. Li, "Research and Analysis of Facial Recognition Based on FaceNet, DeepFace, and OpenFace," *ITM Web of Conferences*, vol. 70, p. 03009, 2025, doi: 10.1051/itmconf/20257003009.

-
- [8] Z. Y. Deng, H. H. Chiang, L. W. Kang, and H. C. Li, "A lightweight deep learning model for real-time face recognition," *IET Image Process.*, vol. 17, no. 13, pp. 3869–3883, Nov. 2023, doi: 10.1049/ipr2.12903.
- [9] I. P. E. D. Nugraha and G. Sukadarmika, "Sistem Presensi Otomatis Menggunakan Pengenalan Wajah Berbasis Deep Learning dan Real-Time Database," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 10, no. 4, pp. 958–966, Sep. 2025, doi: 10.30591/jpit.v10i4.8792.
- [10] L. A. S. I. A. , D. R. C. R. Lalu Fiqihilmi1, "Pengenalan-Wajah-Pada-Aplikasi-Presensi-Perkuliahan-Menggunakan-FaceNet-Berbasis-Android," *Journal of Electrical Engineering and Information technology*, Jun. 2023.