

Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Kebutuhan Absensi Karyawan Dengan Metode Euclidean Distance

Digital Image Processing Application for Employee Attendance Using Euclidean Distance Method

Ryan Farhan Kamil^{*1}, Dian Nur Sholihaningtias², Eddy Saputra³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta Selatan, Indonesia, (021) 78835283

E-mail : ryanfarka123@gmail.com^{*1}, dian.tyash@gmail.com², saputra2578@gmail.com³

^{*}Corresponding author

Received 21 May 2025; Revised 11 June 2025; Accepted 23 June 2025

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi pengolahan citra digital guna mendukung pencatatan jam kerja engineer secara efisien, khususnya pada Divisi HISD di PT Multipolar Technology. Aplikasi ini menggunakan metode Euclidean Distance dalam proses pengenalan wajah untuk kebutuhan absensi karyawan. Sistem dirancang agar dapat berfungsi secara optimal sebagai alat pengarsipan data lokal tanpa menimbulkan gangguan teknis maupun operasional. Selain itu, aplikasi ini diharapkan mampu menyediakan data yang andal untuk mendukung perhitungan KPI dan menganalisis beban kerja individu. Aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan integrasi pustaka *OpenCV*, *InsightFace*, dan database *Redis*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan akurat serta mempermudah proses pencatatan *timesheet*, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan pemantauan kinerja.

Kata kunci: *Face Recognition, Euclidean Distance, Python.*

Abstract

Abstract - This research aims to design and develop a digital image processing application to support the efficient recording of working hours for engineers, particularly within the HISD Division of PT Multipolar Technology. The application utilizes the Euclidean Distance method for facial recognition to facilitate employee attendance. It is designed to function optimally as a local data archiving tool without causing technical or operational disruptions. Moreover, the system is expected to provide reliable data to support KPI calculations and analyze individual workloads. The application was developed using Python with the integration of OpenCV, InsightFace, and Redis database. Results show that the system can accurately recognize faces and streamline the timesheet process, contributing to improved productivity and performance tracking.

Keywords: Face Recognition, Euclidean Distance, Python.

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital menjadi suatu kebutuhan di berbagai sektor, termasuk perusahaan teknologi informasi. PT Multipolar Technology, sebagai perusahaan system integrator terkemuka di Indonesia, memiliki Divisi *Hybrid Infrastructure Server Delivery* (HISD) yang bertugas melakukan implementasi dan pemeliharaan perangkat di berbagai lokasi klien. *Engineer* pada divisi ini bekerja secara *mobile* dan dituntut untuk mencatat aktivitas harian dalam bentuk *timesheet* sebagai bagian dari evaluasi *Key Performance Indicator* (KPI). Oleh karena itu pengisian *timesheet* menjadi hal yang cukup penting untuk pemantauan kinerja dan produktivitas. Cara untuk mengatasi masalah ini adalah pembuatan absensi yang dapat dilakukan dengan cepat,

tepat, dan *flexible* oleh *Engineer*. Salah satu metode absensi yang dapat diterapkan untuk *Engineer* yang bekerja secara *Mobile* yaitu absensi dengan *face recognition*.

Face recognition adalah proses di mana otak dan pikiran mengenali, menafsirkan, serta menganalisa wajah yang terlihat, khususnya wajah manusia. Secara umum, proses sistem pengenalan wajah adalah proses pengambilan data wajah secara digital dari sebuah gambar atau frame video, kemudian dibandingkan dengan data wajah yang sudah ada pada *database*[1]. *Face recognition* termasuk kedalam salah satu *machine learning*. *Machine learning* dapat diartikan seperti penggunaan aplikasi dan algoritma matematika yang dirancang untuk belajar berdasarkan data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang. Proses pembelajaran ini melibatkan usaha untuk mengembangkan kecerdasan melalui dua tahap utama, yaitu pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*)[2]. Pelatihan dan pengujian pada *machine learning* ini sesuai dengan *face recognition* yang berkaitan dengan kedua hal tersebut. Untuk menunjang kebutuhan *machine learning* dibutuhkan database yang memiliki performa *read* yang baik, dalam hal ini database yang memiliki kecepatan lebih baik adalah *database NoSQL* salah satunya *Redis*. *Redis* adalah salah satu jenis *database NoSQL*. *SQL (Standard Query Language)* merupakan bahasa standar untuk mengelola data di dalam basis data relasional. Database ini dirancang untuk menyimpan data dengan performa tinggi, dan sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan akses cepat dan skala besar [3]. *Redis* memiliki performa baca terbaik dibandingkan semua jenis *database*. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa data disimpan dan diakses menggunakan memori volatil (*RAM*)[4].

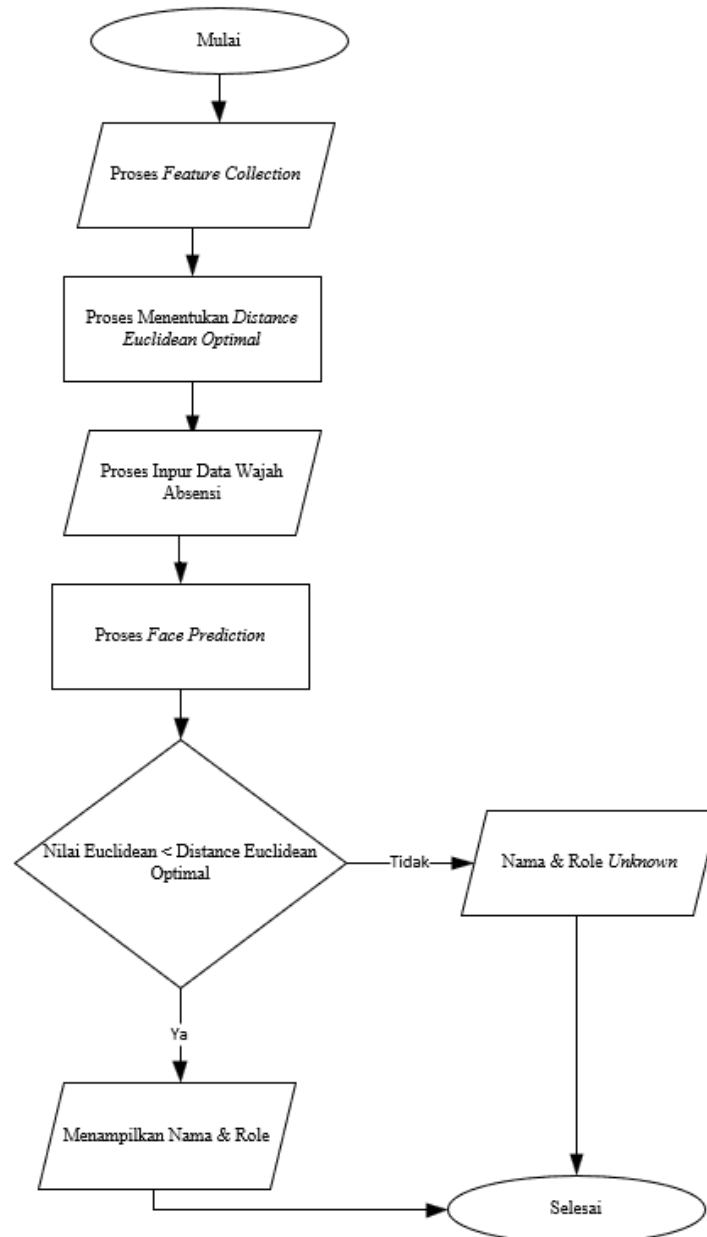
Berdasarkan studi sebelumnya sudah ada beberapa penelitian mengenai pengenalan wajah. Terdapat beberapa metode yang digunakan diantaranya yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Cosine Similarity*, dan *Euclidean Distance*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dea Aldiani, dll mengenai penerapan algoritma *CNN* untuk pengenalan wajah dengan hasil pengujian tingkat akurasi 91% dari total 20 wajah untuk pengujian [5]. Selain itu, Amir Saleh, dll melakukan penelitian mengenai pengenalan wajah namun menggunakan metode yang berbeda yaitu kombinasi *Viola-Jones* dan *Cosine Similarity*. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan akurasi sebesar 77,20% dari total 500 gambar wajah yang di uji [6]. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sunardi, dll pada tahun 2023 menerapkan *euclidean distance* untuk kebutuhan pencocokan citra uji dan citra *training* dengan *dataset* siswa TK Kemiri 03. Hasil dari penelitian tersebut bahwa metode *euclidean distance* memiliki akurasi 100% untuk mengenali wajah siswa TK Kemiri 03[7]. Selain itu Pratomo, dll pada tahun 2019 menggunakan metode *euclidean distance* untuk membuat aplikasi *face recognition* untuk absensi karyawan. Hasil dari penelitian tersebut aplikasi *face recognition* dapat lebih unggul dalam hal pemantauan kehadiran pegawai dibandingkan sistem absensi sebelumnya yang menggunakan sidik jari, keakuratan terhadap deteksi wajah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 100%[8].

Berdasarkan perbandingan nilai akurasi pada penelitian sebelumnya, penelitian ini akan menggunakan metode *Euclidean Distance* untuk aplikasi pengolahan citra digital guna mendukung pencatatan jam kerja engineer secara efisien, khususnya pada Divisi HISD di PT Multipolar Technology. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menunjang proses kerja dan pencatatan *timesheet* pada divisi tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini, dimulai dengan proses *feature collection* guna memperoleh data wajah dari setiap pengguna. Hasil dari proses ini, yang dikenal sebagai *face embedding*, digunakan sebagai basis untuk menentukan nilai *Euclidean Distance* optimal. Nilai ini menjadi acuan bagi sistem dalam mengukur jarak antara fitur wajah saat proses pencocokan. Setelah nilai optimal ditetapkan, pengguna dapat melakukan absensi. Sistem kemudian menjalankan proses *face prediction* dengan cara membandingkan jarak antara data fitur wajah yang tersimpan di database dan data wajah yang diambil secara *real-time* melalui kamera. Jika jarak yang diukur memenuhi ambang batas,

sistem akan mengidentifikasi wajah tersebut dan menampilkan nama serta *role* pengguna yang sesuai, lalu mencatat data kehadiran secara otomatis.

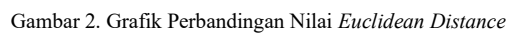


Gambar 1. Tahapan Pengenalan Wajah dengan *Euclidean Distance*

2.1. Feature Collection

Proses *feature collection* merupakan tahapan awal dalam *face recognition*. Pada proses ini aplikasi menggunakan algoritma berbasis *deep learning* yang disebut *insightface*. *Insightface* merupakan algoritma berbasis *deep learning* yang digunakan untuk pengenalan dan analisis wajah. Fitur utama dari algoritma *insightface* adalah untuk mempelajari fitur diskriminatif yang dapat membedakan wajah secara akurat dengan menggunakan dataset wajah berskala besar[9]. Hasil dari proses ini adalah *face embedded* yang disimpan ke database ketika user sudah melakukan registrasi.

Setelah sistem berhasil memperoleh *face embedded* dari seluruh pengguna, proses prediksi wajah tidak dapat dilakukan secara langsung. Pada tahap ini, sistem perlu menentukan terlebih dahulu nilai *distance euclidean optimal* dengan membandingkan daftar *face embedded* yang telah tersimpan dengan salah satu sampel wajah yang telah terdaftar. Nilai ini akan digunakan sebagai acuan untuk proses identifikasi wajah selanjutnya. Dalam penelitian ini, penentuan nilai *distance euclidean optimal* dilakukan dengan menggunakan masing-masing 3 sampel gambar wajah dari 10 anggota tim HISD dan 11 relawan untuk pengujian. Seluruh sampel wajah tersebut kemudian dibandingkan menggunakan rumus *Euclidean Distance* terhadap 1 gambar wajah milik Ryan Farhan Kamil yang berbeda, untuk memperoleh jarak pembeda antara wajah yang sesuai dan yang tidak sesuai. Gambar 2 merupakan grafik dari hasil perbandingan wajah Ryan Farhan Kamil dengan wajah tim HISD dan para relawan.



2.3. Input Data Wajah Absensi

Setelah nilai *distance euclidean optimal* diperoleh, nilai tersebut dapat digunakan sebagai patokan untuk menilai tingkat kecocokan wajah saat proses absensi berlangsung. Pada proses input data wajah, user akan melakukan login yang kemudian masuk ke dalam menu absensi *timesheet* dan membuka kamera untuk melakukan absensi. Pada proses ini *insightface* akan bekerja untuk menentukan *binding box* dan peletakan nama, tanggal dan jam absensi. Selain itu

insightface juga akan mengambil *face embedded* baru yang disimpan kedalam variabel untuk dibandingkan dengan *face embedded* pada database.

2.4. Face Prediction

Beberapa detik setelah proses absensi dimulai dan *face embbeded* berhasil diperoleh, sistem akan langsung melakukan perhitungan *euclidean distance* untuk mencocokkan data wajah. *Euclidean distance* adalah metode hitung yang digunakan untuk mengukur jarak antara dua titik, yang mempelajari hubungan antara sudut dan jarak titik. Dalam matematika, *euclidean distance* berguna untuk mengukur jarak antara dua titik dalam satu dimensi, dan hasilnya serupa dengan perhitungan dalam teorema Pythagoras[10]. Dalam hal ini, titik yang diukur jaraknya adalah *face embedded* pada database dan yang diambil secara *real time* ketika absensi. Berikut adalah rumus perhitungan untuk mendapatkan nilai *euclidean* :

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} [10]$$

Keterangan :

d = Jarak

x_1 = Koordinat latitude 1

x_2 = Koordinat latitude 2

y_1 = Koordinat longitude 1

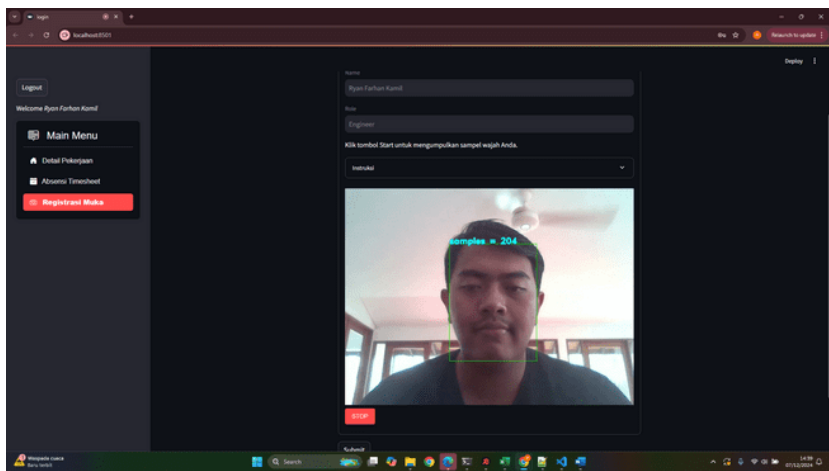
y_2 = Koordinat longitude 2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Proses Feature Collection

Selain melibatkan anggota tim dari Divisi HISD, proses pengujian input data wajah juga dilakukan dengan menambahkan beberapa wajah relawan data uji coba. Pengujian dilakukan Input data wajah pada menu registrasi muka untuk mendapatkan *face embedded* dari user. Tabel 1 merupakan salah satu contoh proses registrasi muka dari user.

Tabel 1. Proses *Feature Collection* Divisi HISD

Nama User	Proses Registrasi Muka
Ryan Farhan Kamil	

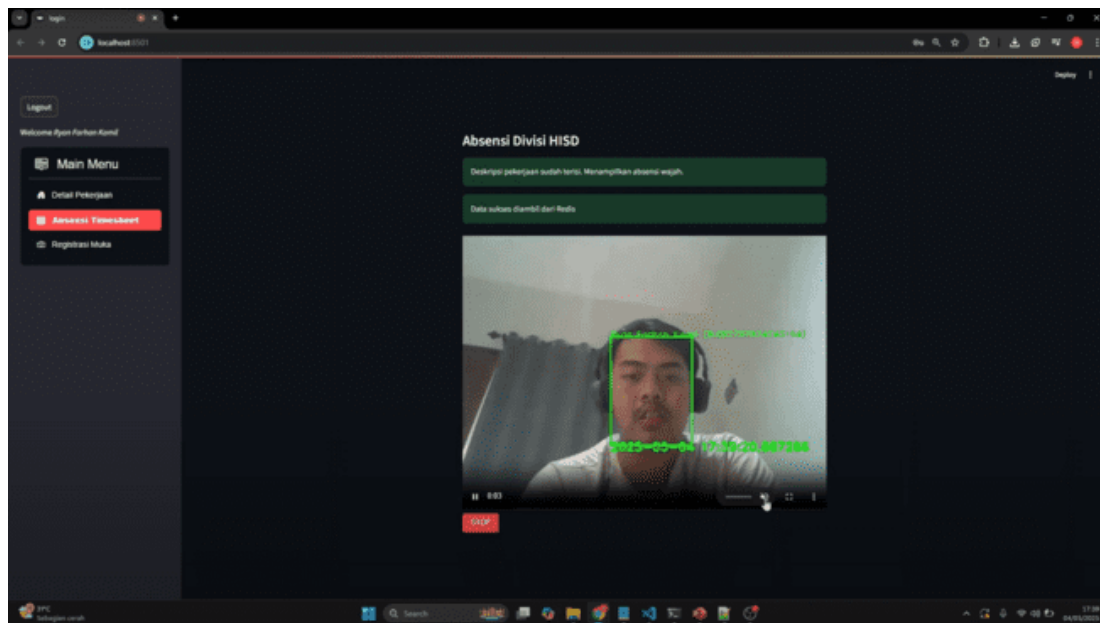
Proses registrasi muka dilakukan juga pada setiap user yaitu anggota tim divisi HISD dan para relawan. Tabel 2 merupakan daftar nama tim divisi HISD dan para relawan yang telah melakukan pendaftaran wajah di sistem.

Tabel 2. Daftar Nama Tim Divisi HISD dan Para Relawan

No	Nama	Data Wajah	Keterangan
1	Rudi Bachtiar	Terdaftar	Tim Divisi HISD
2	Nurmansyah	Terdaftar	Tim Divisi HISD
3	Malik Syahputra Muharram	Terdaftar	Tim Divisi HISD
4	Fahreza Adhika Putra	Terdaftar	Tim Divisi HISD
5	Philipus Elang Valentino Wirawan	Terdaftar	Tim Divisi HISD
6	Yosi Ardianto Ramadan	Terdaftar	Tim Divisi HISD
7	Muhammad Irfan Herdianto	Terdaftar	Tim Divisi HISD
8	Ryan Farhan Kamil	Terdaftar	Tim Divisi HISD
9	Wildan Aula Pratama	Terdaftar	Tim Divisi HISD
10	Andhika Ramadhan Rudito	Terdaftar	Tim Divisi HISD
11	Calsa Dara Arsanda	Terdaftar	Relawan
12	Argya Zahran	Terdaftar	Relawan
13	Rizky Yumna Safwan	Terdaftar	Relawan
14	Melisa	Terdaftar	Relawan
15	Robby Aditama	Terdaftar	Relawan
16	Nazran Syaif	Terdaftar	Relawan
17	Eruk Rohayati	Terdaftar	Relawan
18	Siti Komariah	Terdaftar	Relawan
19	Asep Koswara	Terdaftar	Relawan
20	Dedi Suryana	Terdaftar	Relawan
21	Nur Hena	Terdaftar	Relawan

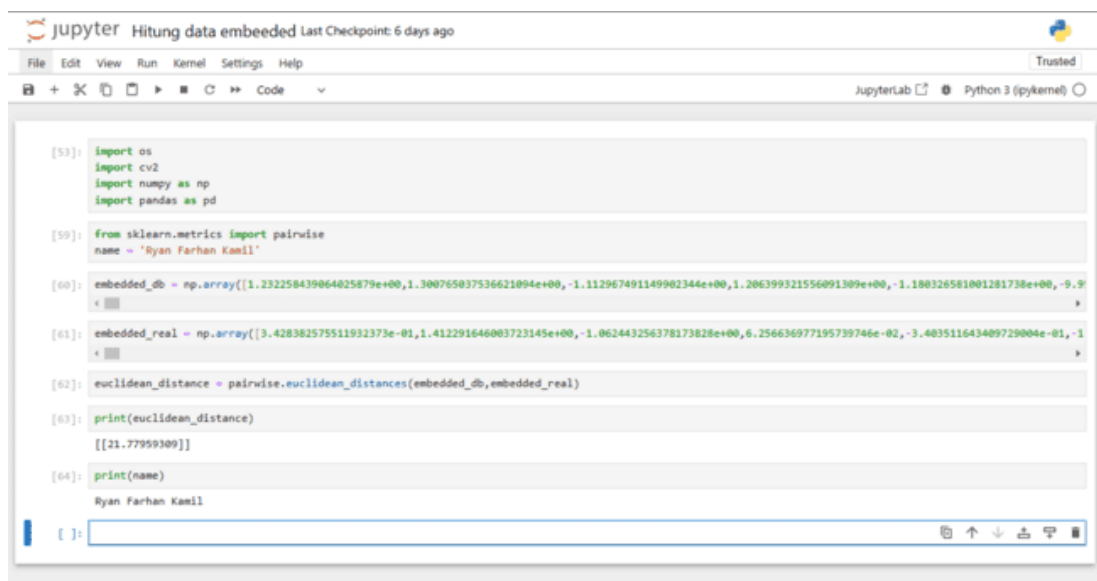
2.2. Proses Input Data Wajah Absensi dan Face Prediction

Setelah melakukan registrasi muka user dapat melakukan absensi pada menu absensi *timesheet*. Gambar 3 merupakan tampilan dari menu absensi *timesheet*.



Gambar 3. Input Data Wajah Absensi dan Face Prediction

Pada halaman ini, ketika pengguna menekan tombol start pada halaman absensi *timesheet* kamera dari perangkat yang digunakan akan aktif secara otomatis. Selanjutnya, sistem akan langsung menangkap *face embedded* dari video secara *real-time*, lalu membandingkannya dengan seluruh data *face embedded* yang telah tersimpan di dalam *database*. Jika hasil perhitungan *euclidean distance* memenuhi kriteria, yaitu kurang dari atau sama dengan 23, maka sistem akan menampilkan nama pengguna yang sesuai dengan data di *database*. Untuk melihat ilustrasi proses perhitungan yang dilakukan oleh sistem, Gambar 5 menyajikan contoh perhitungan menggunakan rumus *euclidean*. Perhitungan tersebut dilakukan dengan membandingkan data *face embedded* yang tersimpan di *database* dengan data *face embedded* yang diperoleh secara *real-time* saat pengguna menyalakan kamera.



```
[53]: import os
import cv2
import numpy as np
import pandas as pd

[50]: from sklearn.metrics import pairwise
name = 'Ryan Farhan Kamil'

[60]: embedded_db = np.array([1.232258439064025879e+00, 1.300765037536621094e+00, -1.112967491149902344e+00, 1.206399321556091309e+00, -1.180326581001281738e+00, -9.9
+ ...

[61]: embedded_real = np.array([3.428382575511932373e-01, 1.412291646003723145e+00, -1.062443256378173828e+00, 6.256636977195739746e-02, -3.403511643409729004e-01, -1
+ ...

[62]: euclidean_distance = pairwise.euclidean_distances(embedded_db, embedded_real)

[63]: print(euclidean_distance)
[[21.77959309]]

[64]: print(name)
Ryan Farhan Kamil
```

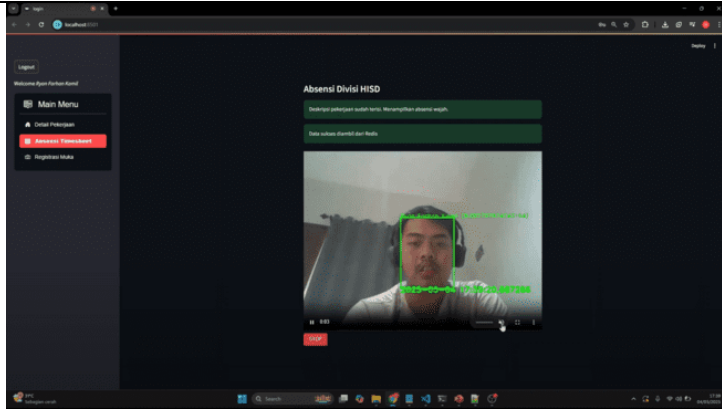
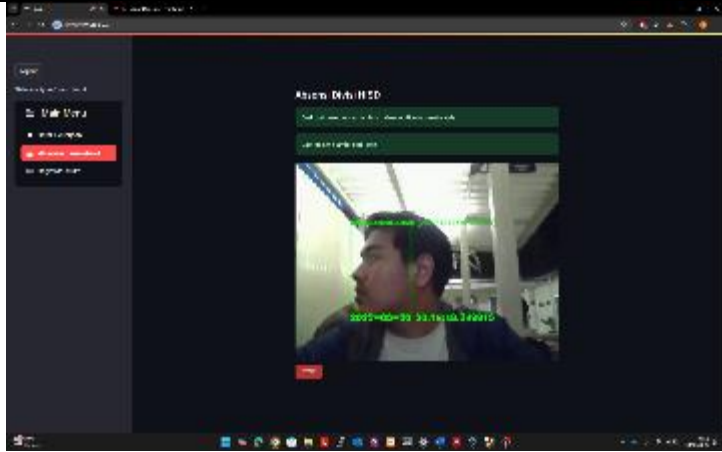
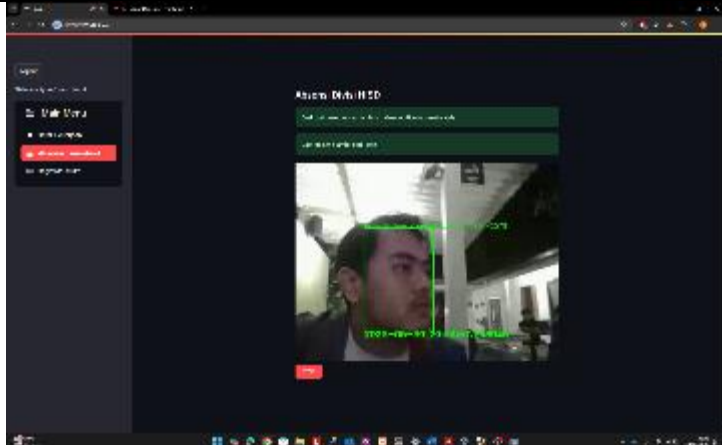
Gambar 4. Perhitungan Manual *Euclidean Distance*

2.3. Hasil Face Prediction

Dari hasil *feature collection* dan satu contoh input data wajah absensi dan *face prediction*, penelitian ini dilanjutkan untuk mengetes keakuratan prediksi wajah terhadap 10 orang anggota tim divisi HISD dan relawan pengujian. Tabel 3 merupakan salah satu contoh proses *face prediction* pada user.

Tabel 3. Proses *Face Prediction* Tim HISD

Posisi Pengambilan Gambar	Proses Input Data Wajah Absensi dan <i>Face Prediction</i> User Ryan Farhan Kamil	Deteksi Wajah
Tegak Menghadap ke Kamera		√

		
Menghadap ke Kiri		✓
Menghadap ke Kanan		✓

Pada Tabel 3 pengujian dilakukan dengan tiga posisi wajah yang berbeda, yaitu posisi tegak menghadap kamera, menghadap ke kiri, dan menghadap ke kanan. Berdasarkan hasil pengujian pada pengguna Ryan Farhan Kamil, sistem mampu mendeteksi wajah dan mengenalinya dengan baik pada ketiga posisi tersebut. Proses pengenalan ini berhasil dilakukan melalui perbandingan nilai *Euclidean Distance*, sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian juga dilakukan terhadap seluruh anggota divisi HISD dan para relawan. Pada pengujian ini juga dilakukan dengan tiga posisi yang berbeda untuk memastikan kemampuan sistem dalam melakukan *face prediction*. Tabel 4 merupakan hasil pengujian pada seluruh tim anggota Divisi HISD dan para relawan.

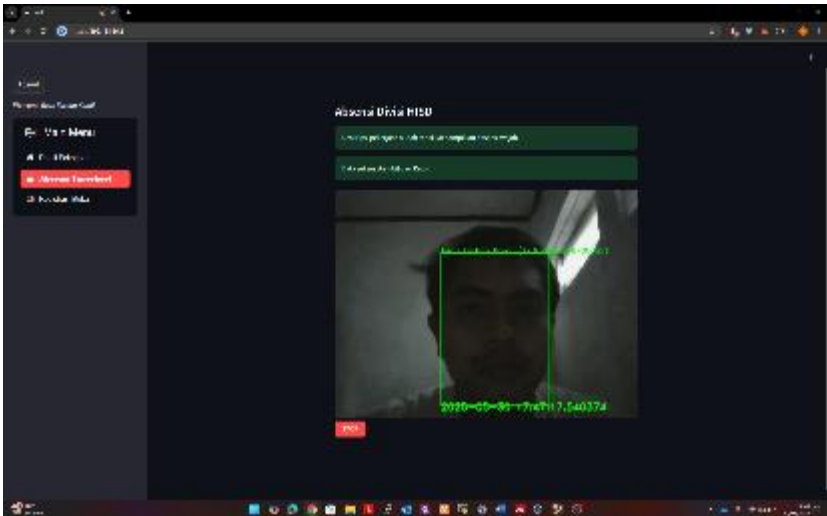
Tabel 4. Hasil Face Prediction Tim HISD dan Relawan

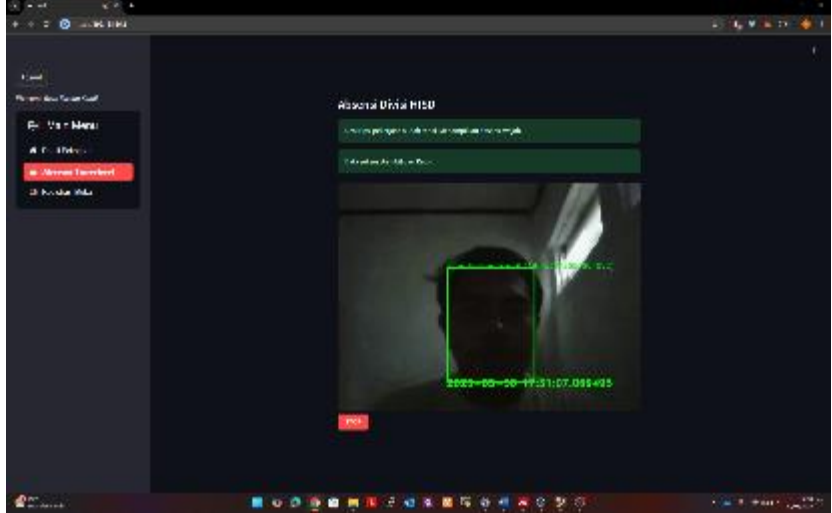
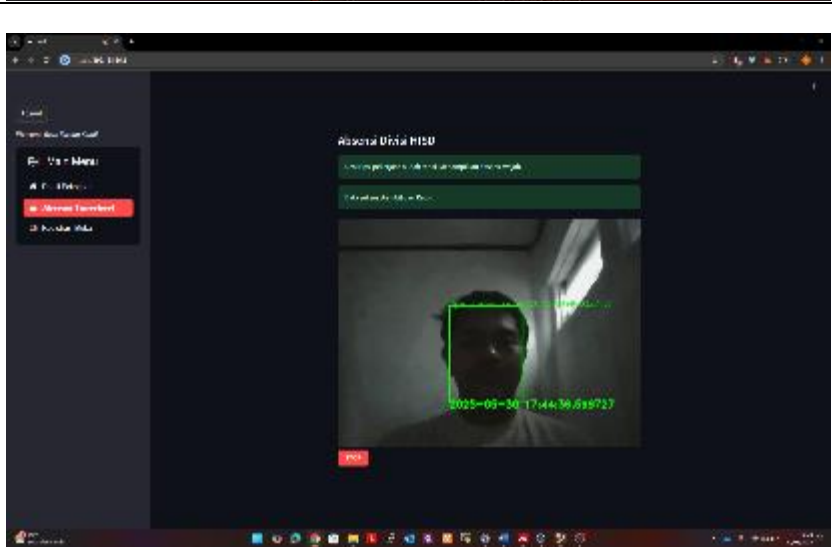
Nama User	Posisi Wajah								
	Tegak			Kiri			Kanan		
	Deteksi Wajah	Pengenalan Wajah	Nilai Euclidean	Deteksi Wajah	Pengenalan Wajah	Nilai Euclidean	Deteksi Wajah	Pengenalan Wajah	Nilai Euclidean
Rudi Bachtiar	√	√	20,9	√	√	21,7	√	√	21,2
Nurmansyah	√	√	18,2	√	√	20,7	√	√	21,8
Malik Syahputra Muharram	√	√	19,3	√	√	21,2	√	√	21,6
Fahreza Adhika Putra	√	√	20,5	√	√	22,1	√	√	21,9
Philipus Elang Valentino Wirawan	√	√	21,1	√	√	21,9	√	√	22,4
Yosi Ardianto Ramadan	√	√	18,5	√	√	20,1	√	√	20,4
Muhammad Irfan Herdianto	√	√	19,7	√	√	21,9	√	√	21,3
Ryan Farhan Kamil	√	√	17,9	√	√	22,9	√	√	22,29
Wildan Aula Pratama	√	√	20,4	√	√	21,7	√	√	22,8
Andhika Ramadhan Rudito	√	√	19,9	√	√	21,6	√	√	21,9
Calsa Dara Arsanda	√	√	17,75	√	√	19,8	√	√	22,1
Argya Zahran	√	√	17,3	√	√	17,45	√	√	19,9
Rizky Yumna Safwan	√	√	18,7	√	√	19,07	√	√	21,5
Melisa	√	√	21,8	√	√	22,5	√	√	22,2
Robby Aditama	√	√	20,1	√	√	21,9	√	√	21,5
Nazran Syaif	√	√	17,9	√	√	24,9	√	√	20,9
Eruk Rohayati	√	√	18,1	√	√	22,7	√	√	21,7

Siti Komariah	√	√	18,5	√	√	20,7	√	√	21,9
Asep Koswara	√	√	20,7	√	√	18,5	√	√	24,07
Dedi Suryana	√	√	19,4	√	√	20,5	√	√	20,7
Nur Hena	√	√	19,4	√	√	20,1	√	√	22,2
	Rata - Rata		19,3357	Rata - Rata		21,139	Rata - Rata		21,7267

Berdasarkan Tabel 4, dari total 10 engineer dan tambahan wajah pengujian yang mengikuti pengujian *face prediction* dengan wajah tegak kedepan, seluruh proses pengujian menunjukkan hasil yang sesuai dan akurat. *Bounding box* untuk mendeteksi wajah berhasil muncul, nama pengguna sesuai dengan wajah yang terdeteksi pada seluruh user dengan nilai rata – rata *Euclidean Distance* adalah 19,3357. Selain pengujian dengan posisi wajah yang tegak menghadap ke kamera, dilakukan juga pengujian dengan wajah menghadap ke kiri dan kanan dengan masing – masing pengujian memiliki rata – rata 21,139 untuk hadap kiri dan 21,7267 untuk hadap kanan. Berdasarkan data pengujian, aplikasi mampu mendeteksi dan memprediksi wajah pengguna dengan akurasi 100%, baik saat wajah lurus ke kamera maupun saat wajah menghadap ke samping kanan dan kiri. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat ketahanan yang baik terhadap variasi sudut pandang wajah. Pengujian lainnya dalam penelitian ini mencakup pengambilan gambar dalam kondisi pencahayaan rendah. Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan di ruangan dengan dengan minim cahaya.

Tabel 5. Hasil *Face Prediction* dengan Pencahayaan Rendah

Nama User	Proses Input Data Wajah Absensi dengan Pencahayaan Rendah	Deteksi Wajah
Pengambilan Gambar Pencahayaan Rendah dengan Jarak 20 cm dari Kamera		√

Pengambilan Gambar Pecahayaannya Rendah dengan Jarak 30 cm dari Kamera		✓
Pengambilan Gambar Pecahayaannya Rendah dengan 40 cm dari Kamera		✓

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi masih mampu mendeteksi wajah pengguna dengan baik meskipun dalam kondisi pencahayaan rendah dan pada berbagai jarak. Hal ini membuktikan bahwa sistem memiliki performa yang cukup andal dalam menghadapi tantangan pencahayaan yang minim.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan aplikasi absensi karyawan berbasis pengolahan citra digital menggunakan metode *Euclidean Distance*. Aplikasi ini terbukti mampu membantu proses pencatatan jam kerja secara efisien, khususnya bagi engineer yang bekerja secara mobile pada Divisi HISD di PT Multipolar Technology. Proses identifikasi wajah dilakukan melalui mekanisme *face embedding* yang dibandingkan dengan data yang tersimpan di *database*. Nilai *Euclidean Distance* optimal yang ditentukan sebagai ambang batas akurasi terbukti efektif dalam membedakan wajah yang sesuai. Hasil pengujian terhadap 10 pengguna dan 11 relawan penguji lainnya memiliki akurasi 100% dalam pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan akurat, menampilkan nama dan peran pengguna, serta mencatat waktu absensi secara otomatis. Selain itu, pengujian juga dilakukan dengan variasi sudut pengambilan gambar, di mana setiap pengguna mencoba memposisikan wajah menghadap ke samping kanan dan kiri. Hasilnya, sistem tetap mampu mengenali wajah dengan akurasi 100%.

Pengujian lain juga dilakukan dalam kondisi pencahayaan minim, dan sistem tetap berhasil melakukan prediksi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dengan demikian, aplikasi ini tidak hanya mempermudah proses absensi dan pengarsipan data secara lokal, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan efektivitas kerja melalui pencatatan kehadiran yang lebih akurat dan real-time.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Monika, Sinar; Rakhman, “Fakultas Teknik – Universitas Muria Kudus 153,” *Pros. SNATIF ke-4 Tahun 2017*, vol. 3, no. 2015, pp. 153–160, 2017.
- [2] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper,” *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [3] S. Suehring, *Redis for Dummies*, vol. 21, no. 1. 2020. [Online]. Available: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- [4] M. A. Kausar and M. Nasar, “RESEARCH ARTICLE A Study of Performance and Comparison of NoSQL Databases : MongoDB , Cassandra , and Redis Using,” no. August, 2022, doi: 10.17485/IJST/v15i31.1352.
- [5] D. Aldiani, G. Dwilestari, H. Susana, R. Hamonangan, and D. Pratama, “Implementasi Algoritma CNN dalam Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah,” *J. Inform. Polinema*, vol. 10, no. 2, pp. 197–202, 2024, doi: 10.33795/jip.v10i2.4852.
- [6] F. AZMI, A. Saleh, and N. P. Dharshinni, “Face Identification on Login Security Using Algorithm Combination of Viola-Jones and Cosine Similarity,” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 203–211, 2020, doi: 10.31289/jite.v4i1.3885.
- [7] N. Trisanti, S. Sunardi, and A. Fadlil, “Penerapan Metode Euclidean pada Pengenalan Wajah Siswa Taman Kanak-Kanak,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 10, no. 1, pp. 903–914, 2023.
- [8] A. Hendrianto Pratomo, Y. Florestyanto, and N. I. Sari, “Pengenalan Wajah untuk Pemantauan Kehadiran Pegawai Menggunakan Metode Viola Jones dan Euclidean Distance,” *Prosiding Semin. Nas. Komun. dan Inform.*, pp. 69–78, 2019.
- [9] A. N and K. Anusudha, “Real time face recognition system based on YOLO and InsightFace,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 83, no. 11, pp. 31893–31910, 2024, doi: 10.1007/s11042-023-16831-7.
- [10] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, and F. R. Karim, “Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan,” *J. Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, pp. 69–77, 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.