



AUTENTIKASI KEHADIRAN MAHASISWA MENGGUNAKAN TEKNIK PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE *EIGENFACE* STUDI KASUS STMIK BINA BANGSA KENDARI

Asmira¹, Rahmat Ingg², La Ode Bakrim³, Iin Santia⁴

¹mirajasmine72@gmail.com, ²rahmatinggi35@gmail.com, ³vbakrim@gmail.com, ⁴iinsantia2000@gmail.com
^{1,2,3,4}STMIK Bina Bangsa Kendari

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi mendorong penggunaan sistem komputer dalam berbagai bidang, termasuk sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Penelitian ini bertujuan membangun sistem autentikasi kehadiran mahasiswa menggunakan metode *Eigenface* pada STMIK Bina Bangsa Kendari. Metode yang digunakan meliputi proses registrasi wajah, penyimpanan dataset, *training* citra wajah, dan proses identifikasi wajah saat absensi melalui kamera *webcam*. Sistem bekerja dengan membandingkan citra wajah yang diambil dengan data wajah yang telah dilatih sebelumnya. Hasil pengujian dilakukan terhadap 21 citra wajah, dengan 9 wajah berhasil dikenali dan 12 wajah tidak terdeteksi, sehingga diperoleh tingkat akurasi sistem 42,85 %. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fitur sistem telah berjalan sesuai dengan fungsinya. Namun tingkat akurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem masih memerlukan pengembangan lebih lanjut, terutama pada aspek kualitas citra, pencahayaan, dan jumlah data latih agar dapat diterapkan secara optimal sebagai sistem absensi berbasis pengenalan wajah.

Kata Kunci: *Eigenface*, Absensi, Pengenalan Wajah, Autentikasi, Scan Wajah.

Abstract

The advancement of information technology has encouraged the implementation of computer-based systems in various fields, including face recognition-based attendance systems. This study aims to develop a student attendance authentication system using the Eigenface method at STMIK Bina Bangsa Kendari. The proposed method consists of face registration, dataset storage, facial image training, and face identification during attendance using a webcam. The system identifies users by comparing captured facial images with previously trained facial data. The system was tested using 21 facial images, of which 9 were successfully recognized while 12 were not detected, resulting in an accuracy of 42.85%. The testing results indicate that all system functionalities operated as expected. However, the obtained accuracy suggests that the system still requires further improvement, particularly in terms of image quality, lighting conditions, and the size of the training dataset, to achieve optimal performance as a face recognition-based attendance system.

Keywords: *Eigenface*, Attendance System, Face Recognition, Authentication, Face Scan.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komputer saat ini berkembang sangat pesat serta telah dimanfaatkan di berbagai bidang, seperti pendidikan, kesehatan, bisnis, dan pemerintahan [1]. Salah satu perkembangan teknologi yang banyak diterapkan adalah sistem pengenalan wajah (*face recognition*). Teknologi ini memanfaatkan karakteristik unik pada wajah manusia sebagai identitas sehingga dapat digunakan untuk proses autentikasi dan keamanan [2]. Dalam bidang Pendidikan, teknologi pengenalan wajah mulai banyak diterapkan pada sistem karena dinilai lebih efektif, mampu meminimalkan praktik titip absen, serta mempercepat proses rekapitulasi data kehadiran mahasiswa [3].

Namun, pada STMIK Bina Bangsa Kendari proses absensi masih dilakukan secara konvensional, yaitu mahasiswa melakukan tanda tangan kehadiran secara manual. Sistem tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti memungkinkan terjadinya titip absen, membutuhkan waktu lama dalam proses rekapitulasi data kehadiran, serta meningkatkan risiko kesalahan pencatatan data absensi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem autentikasi kehadiran mahasiswa yang mampu melakukan identifikasi secara otomatis menggunakan teknologi pengenalan wajah sehingga proses absensi menjadi lebih efektif, efisien dan akurat.

Berbagai penelitian mengenai sistem pengenalan wajah telah dilakukan menggunakan metode yang berbeda. Siahaan dan Ekawati menerapkan metode *Eigenface* pada sistem absensi karyawan dan memperoleh

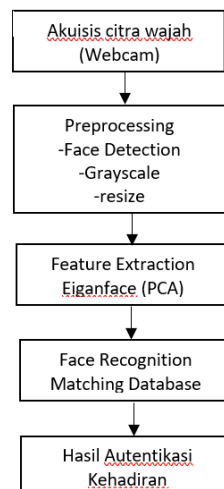
tingkat akurasi sebesar 90,83% [4]. Nisa dkk. mengembangkan sistem presensi mahasiswa berbasis *Eigenface* yang mampu mengotomatisasi proses absensi dibandingkan metode konvensional [5]. Penelitian lain oleh Suhaimin dkk mengombinasikan metode *Eigenface* dan *Local Binary Pattern Histogram (LBPH)* pada sistem absensi sehingga mampu meningkatkan keandalan proses pengenalan wajah [6]. Selain itu, Buggingo dkk. mengembangkan sistem absensi berbasis pengenalan wajah secara *real-time* dengan teknik *face tracking* sehingga meningkatkan stabilitas proses identifikasi wajah [7].

Meskipun berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi pengenalan wajah mampu meningkatkan efektivitas sistem absensi, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada peningkatan akurasi metode atau diterapkan pada lingkungan yang berbeda, seperti perusahaan maupun institusi pendidikan lainnya. Penelitian yang secara khusus mengimplementasikan metode *Eigenface* pada sistem autentikasi kehadiran mahasiswa di lingkungan STMIK Bina Bangsa Kendari masih belum ditemukan. Selain itu, implementasi metode *Eigenface* pada perangkat dengan spesifikasi menengah menggunakan kamera *webcam* masih memerlukan kajian lebih lanjut. Kondisi tersebut menjadi celah penelitian (*research gap*) yang mendasari penelitian ini.

Metode *Eigenface* dipilih karena memiliki proses komputasi yang relatif ringan, mudah diimplementasikan, tidak memerlukan jumlah data latih yang sangat besar, serta mampu dijalankan menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi menengah. Dibandingkan metode berbasis *deep learning*, seperti *Convolutional Neural Network (CNN)*, metode *Eigenface* lebih sesuai diterapkan pada institusi pendidikan yang memiliki keterbatasan sumber daya komputasi. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *Eigenface* untuk membangun sistem autentikasi kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah yang dapat diterapkan secara sederhana namun tetap mendukung proses absensi secara otomatis. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengangkat judul "Autentikasi Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Teknik Pengenalan Wajah dengan Metode *Eigenface* (Studi Kasus STMIK Bina Bangsa Kendari)" dengan tujuan membangun sistem autentikasi kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah yang mampu membantu proses absensi menjadi lebih efektif, efisien, serta mengurangi potensi kecurangan pada proses pencatatan kehadiran.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Eigenface* sebagai metode utama dalam proses autentikasi kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah. Metode *Eigenface* merupakan salah satu teknik pengenalan wajah yang memanfaatkan *Principal Component Analysis (PCA)* untuk mengekstraksi ciri utama wajah sehingga menghasilkan sekumpulan *eigenvector* yang merepresentasikan karakteristik setiap citra wajah. Metode ini dipilih karena memiliki kompleksitas komputasi yang relatif rendah, mudah diimplementasikan pada perangkat dengan spesifikasi menengah, serta sesuai digunakan pada sistem absensi berbasis kamera *webcam* [4], [6]. Tahapan penelitian terdiri atas proses akuisisi citra wajah, *preprocessing*, ekstraksi ciri (*feature extraction*), pengenalan wajah (*face recognition*), serta pengujian sistem. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Workflow* Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Eigenface*

2.1 Akuisisi Citra Wajah

Tahap pertama adalah proses akuisisi citra wajah menggunakan kamera *webcam*. Pada tahap ini dilakukan proses registrasi wajah mahasiswa sebagai data latih (*training dataset*). *Dataset* penelitian terdiri atas 21 mahasiswa, dengan masing-masing mahasiswa memiliki 4 citra wajah sebagai data latih, sehingga diperoleh 84 citra data latih. Seluruh citra wajah disimpan dalam format JPEG (.jpg) dengan ukuran resolusi 640×480 piksel. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan 21 citra wajah sebagai data uji, yaitu masing-masing satu citra dari setiap mahasiswa. Pengambilan citra dilakukan pada posisi wajah menghadap ke depan dengan kondisi pencahayaan yang cukup agar kualitas citra dapat digunakan pada proses pelatihan metode *Eigenface* [6].

2.2 Preprocessing

Tahap *preprocessing* bertujuan meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan ekstraksi ciri. Tahapan ini meliputi:

1. Deteksi wajah (*face detection*);
2. Konversi citra RGB menjadi *grayscale*;
3. Penyesuaian ukuran citra (*resize*);
4. Normalisasi citra.

Proses tersebut bertujuan mengurangi variasi data akibat perubahan warna, ukuran, dan pencahayaan sehingga proses ekstraksi ciri dapat dilakukan secara lebih optimal [6], [8].

2.3 Feature Extraction Menggunakan Eigenface

Setelah tahap *preprocessing*, sistem melakukan ekstraksi ciri menggunakan metode *Eigenface*. Pada tahap ini citra wajah diubah menjadi bentuk matriks, kemudian dihitung nilai *eigenvalue* dan *eigenvector* menggunakan algoritma *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil ekstraksi menghasilkan representasi ciri utama (*principal components*) yang digunakan sebagai identitas masing-masing wajah [8].

2.4 Face Recognition

Tahap *face recognition* merupakan proses pencocokan antara citra wajah hasil pengambilan kamera dengan data wajah yang telah tersimpan pada *database*.

Pada tahap pengujian digunakan 21 citra wajah sebagai data uji, yaitu satu citra untuk setiap mahasiswa. Sistem membandingkan citra uji dengan data latih menggunakan metode *Eigenface*. Apabila nilai kemiripan memenuhi nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan, maka sistem akan mengenali identitas mahasiswa dan proses absensi berhasil dilakukan. Sebaliknya, apabila citra wajah tidak memenuhi nilai ambang tersebut, maka sistem menyatakan wajah tidak dikenali [4], [6].

2.5 Karakteristik Dataset Penelitian

Karakteristik dataset yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Dataset Penelitian	
Parameter	Keterangan
Jumlah mahasiswa	21 orang
Jumlah citra per mahasiswa	4 citra
Total data latih	84 citra
Total data uji	21 citra
Total keseluruhan dataset	105 citra
Format citra	JPEG (.jpg)
Resolusi citra	640×480 piksel
Perangkat akuisisi	Webcam

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses absensi mahasiswa di STMIK Bina Bangsa Kendari. Wawancara dilakukan kepada pihak akademik dan mahasiswa untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan sistem. Studi literatur dilakukan melalui berbagai buku, jurnal nasional, dan jurnal internasional yang membahas teknologi pengenalan wajah menggunakan metode *Eigenface*.

2.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa memperhatikan struktur internal program [10]. Pengujian dilakukan pada fitur *login*, registrasi wajah, proses pelatihan data (*training*), pengenalan wajah, absensi, pengelolaan data, dan pembuatan laporan kehadiran. Selain pengujian fungsional, dilakukan pula pengujian performa metode *Eigenface* menggunakan 21 citra wajah sebagai data uji untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengenali wajah berdasarkan data latih yang telah tersimpan [6], [8].

3. Hasil dan Pembahasan

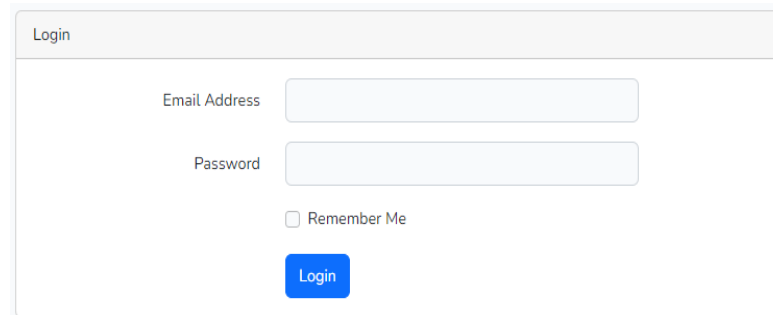
3.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil penelitian ini adalah sebuah aplikasi autentikasi kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah menggunakan metode *Eigenface* pada STMIK Bina Bangsa Kendari. Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa fitur utama, yaitu login pengguna, registrasi wajah, proses pelatihan data (*training*), proses pengenalan wajah (*face recognition*), pencatatan absensi, serta pembuatan laporan kehadiran mahasiswa.

Implementasi sistem menggunakan perangkat keras berupa *Logitech C270 HD Webcam* sebagai media akuisisi citra wajah. Seluruh fungsi aplikasi telah diuji menggunakan metode *Black Box Testing* dan berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional sistem.

1. Halaman *Login*

Halaman *login* digunakan untuk membatasi hak akses pengguna sistem. Pada halaman ini pengguna harus memasukkan email dan password sebelum masuk ke dalam aplikasi. Sistem menyediakan dua jenis pengguna yaitu *superuser* dan *user* biasa.



Gambar 2. Tampilan Halaman *Login*

2. Halaman Registrasi Wajah (*dataset* wajah)

Halaman Registrasi wajah digunakan untuk mengambil dan menyimpan data citra wajah mahasiswa yang akan digunakan sebagai data latih (*training dataset*). Pada tahap ini setiap mahasiswa melakukan pengambilan citra wajah sebanyak empat kali, sehingga diperoleh total 84 citra data latih dari 21 mahasiswa.



Gambar 3. Sampel Data Citra Wajah

3. Halaman Pengenalan wajah

Pada halaman pengenalan wajah, mahasiswa melakukan *capture* wajah menggunakan *webcam* yang telah disediakan pada sistem untuk melakukan proses identifikasi mahasiswa secara otomatis menggunakan metode *eigenface*. Selanjutnya sistem akan mendeteksi dan mencocokkan citra wajah dengan data wajah yang telah tersimpan pada *database*. Jika citra wajah sesuai dengan data yang telah dilatih sebelumnya, maka mahasiswa dinyatakan berhasil melakukan absensi.

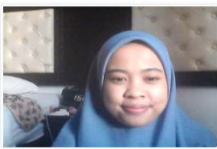
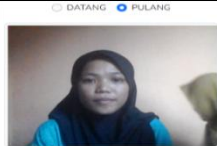
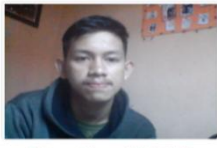
Tabel 2. Tampilan Proses Absensi Wajah

No	Hasil	Hasil Pengujian	
		Ya	Tidak
1		√	
2			X
3		√	
4		√	
5			X

4. Halaman Laporan Absensi Kehadiran

Halaman laporan digunakan untuk melihat data kehadiran mahasiswa yang telah melakukan absensi menggunakan sistem pengenalan wajah. Data absensi yang tersimpan dapat digunakan oleh dosen maupun pihak administrasi untuk melakukan rekapitulasi kehadiran mahasiswa

Tabel 3. Tampilan Laporan Kehadiran Mahasiswa

No	Nama	Absensi Datang	Absensi Pulang	Hasil	Ket
1	Iin santia	 Sukses Absensi DATANG	 Sukses Absensi PULANG	 Iin santia 201851032 03-10-2022 17:09:41 Confident: 2054.1662768796	Ya
2	Agustina	 Sukses Absensi DATANG	 Sukses Absensi PULANG	 Agustina 201852051 18-10-2022 17:30:13 Confident: 4856.708486878	Ya
3	Oci astuti	 Sukses Absensi DATANG	 Sukses Absensi PULANG	 Oci Astuti 201851045 18-10-2022 17:18:54 Confident: 1922.5318452516	Tidak
4	Armin	 Sukses Absensi DATANG	 Sukses Absensi PULANG	 Armin 201852016 19-10-2022 13:24:19 Confident: 2423.4934921066	Tidak
5	Arlin	 Sukses Absensi DATANG	 Sukses Absensi PULANG	 Arlin 201852188 19-10-2022 12:08:50 Confident: 2470.9271023927	Ya

Pengujian dilakukan terhadap 21 citra wajah mahasiswa sebagai data *testing* pada sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Eigenface*. Dari seluruh data pengujian, hanya beberapa sampel citra wajah yang ditampilkan.

3.2 Hasil Pengujian Metode Eigenface

Pengujian metode *Eigenface* dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengenali identitas mahasiswa berdasarkan data wajah yang telah tersimpan pada basis data. *Dataset* penelitian terdiri atas 21 mahasiswa, dengan masing-masing mahasiswa memiliki 4 citra wajah sebagai data latih, sehingga diperoleh 84 citra data latih. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan 21 citra wajah sebagai data uji, yaitu masing-masing satu citra dari setiap mahasiswa yang diambil secara langsung menggunakan kamera *Webcam*. Pada proses pengujian, sistem melakukan ekstraksi ciri wajah menggunakan metode *Eigenface*, kemudian membandingkan citra wajah hasil pengujian dengan data latih yang tersimpan pada basis data.

Apabila tingkat kemiripan memenuhi nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan, maka identitas mahasiswa dinyatakan berhasil dikenali. Sebaliknya, apabila nilai kemiripan berada di bawah nilai ambang, sistem menyatakan wajah tidak dikenali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 21 citra wajah yang diuji, sistem berhasil mengenali 9 citra wajah, sedangkan 12 citra wajah tidak berhasil dikenali.

Tabel 4. Hasil Pengujian Metode Eigenface

Parameter	Hasil
Jumlah mahasiswa	21 orang
Data latih	84 citra
Data uji	21 citra
Berhasil dikenali	9 citra
Tidak dikenali	12 citra

Perhitungan *Recognition Accuracy*. Tingkat keberhasilan sistem dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Seluruh Data}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = \frac{9}{21} \times 100\% = 42,85 \%$$

Sehingga diperoleh *Recognition Accuracy* sebesar 42,85%. Pada penelitian ini evaluasi performa metode tidak menggunakan *confusion matrix* 2×2 secara lengkap. Hal tersebut disebabkan karena seluruh data uji merupakan wajah mahasiswa yang telah terdaftar pada basis data, sehingga pengujian hanya menghasilkan dua kondisi, yaitu wajah berhasil dikenali dan wajah tidak dikenali. *Confusion matrix* 2×2 membutuhkan empat komponen, yaitu *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN). Nilai FP dan TN hanya dapat diperoleh apabila pengujian juga melibatkan wajah yang tidak terdaftar (*unknown face*). Karena penelitian ini tidak melakukan pengujian terhadap wajah yang tidak terdaftar, maka nilai FP dan TN tidak tersedia. Oleh karena itu, evaluasi performa sistem dilakukan menggunakan *Recognition Accuracy*, yang menggambarkan persentase wajah yang berhasil dikenali terhadap seluruh data uji.

3.3 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Selain menguji performa metode *Eigenface*, penelitian ini juga melakukan pengujian fungsional sistem menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa memperhatikan struktur internal program. Pengujian dilakukan pada fitur *login*, kamera, registrasi wajah, proses absensi, data riwayat, proses *training*, penambahan data, pengubahan data, penghapusan data, serta *logout*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi aplikasi dapat dijalankan dengan baik tanpa ditemukan kesalahan fungsional. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional pengguna dan siap digunakan sebagai media implementasi metode *Eigenface*. Hasil pengujian *Black Box* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sistem Absensi

Pengujian	Keterangan	Hasil
Halaman <i>Login</i>	Berhasil <i>Login</i>	✓
Camera	Berhasil Menampilkan Kamera	✓
Registrasi	Berhasil Di Isi	✓
Absensi	Berhasil Di Isi	✓
Data Riwayat	Berhasil	✓
<i>Training</i>	Berhasil	✓
Baru	Berhasil	✓
Edit	Berhasil	✓
Hapus	Berhasil	✓
<i>Log uot</i>	Berhasil Keluar	✓
Photo	Berhasil	✓

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, metode *Eigenface* berhasil mengenali 9 dari 21 citra wajah yang diuji sehingga diperoleh tingkat *Recognition Accuracy* sebesar 42,85%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem telah mampu melakukan proses autentikasi kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah, namun tingkat keberhasilan pengenalannya masih belum optimal. Implementasi sistem mampu mendukung proses absensi mahasiswa secara terkomputerisasi mulai dari proses *login*, registrasi wajah, pengenalan wajah, hingga pencatatan kehadiran secara otomatis. Seluruh fungsi aplikasi telah berjalan sesuai dengan hasil pengujian *Black Box Testing*, sehingga sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional pengguna [10].

Tingkat akurasi yang masih relatif rendah diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi pencahayaan saat proses pengambilan citra, variasi posisi dan ekspresi wajah, kualitas citra yang dihasilkan kamera *webcam*, serta keterbatasan jumlah dan variasi data latih. Meskipun setiap mahasiswa memiliki empat citra sebagai data latih, variasi tersebut belum sepenuhnya mampu merepresentasikan karakteristik wajah setiap pengguna. Metode *Eigenface* bekerja dengan mengekstraksi ciri wajah berdasarkan nilai *eigenvector* dan *eigenvalue* sehingga sangat dipengaruhi oleh kualitas data latih serta kondisi akuisisi citra. Perubahan pencahayaan, orientasi wajah, dan kualitas citra dapat menyebabkan penurunan performa pengenalan wajah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Suhaimin et al yang menyatakan bahwa kualitas citra dan kondisi lingkungan berpengaruh terhadap keberhasilan metode *Eigenface* pada sistem absensi [6]. Selain itu, penelitian Buggingo et al menunjukkan bahwa peningkatan proses deteksi dan pelacakan wajah (*face tracking*) mampu meningkatkan performa sistem pengenalan wajah secara real-time [7]. Oleh karena itu, peningkatan jumlah data latih, pengendalian pencahayaan, serta penerapan metode yang lebih modern seperti LBPH atau *Deep Learning* dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem telah berhasil mengimplementasikan metode *Eigenface* sebagai mekanisme autentikasi kehadiran mahasiswa. Namun, tingkat *Recognition Accuracy* yang diperoleh menunjukkan bahwa performa sistem masih memerlukan pengembangan lebih lanjut sebelum diterapkan secara optimal pada lingkungan operasional.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah sistem absensi mahasiswa berbasis pengenalan wajah menggunakan metode *Eigenface*. Sistem yang dikembangkan mampu menjalankan seluruh fungsi utama, meliputi proses registrasi wajah, penyimpanan data latih, proses identifikasi wajah melalui kamera *webcam*, serta pencatatan kehadiran mahasiswa secara otomatis. Hasil pengujian terhadap 21 citra wajah sebagai data uji, sistem berhasil mengenali 9 citra wajah, sedangkan 12 citra wajah tidak berhasil dikenali sehingga diperoleh nilai *Recognition Accuracy* sebesar 42,85%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *Eigenface* telah mampu melakukan proses pengenalan wajah, namun tingkat akurasi yang diperoleh masih relatif rendah sehingga sistem masih memerlukan pengembangan lebih lanjut sebelum diterapkan secara optimal pada lingkungan operasional. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa performa metode *Eigenface* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas citra wajah, kondisi pencahayaan, posisi wajah saat pengambilan gambar, kualitas kamera *webcam*, serta jumlah dan variasi data latih yang digunakan selama proses pelatihan. Oleh karena itu, peningkatan kualitas data dan metode pengenalan wajah menjadi faktor penting untuk meningkatkan performa sistem pada penelitian selanjutnya.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Menambah jumlah data latih serta variasi ekspresi, posisi wajah, dan kondisi pencahayaan agar proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Eigenface* menghasilkan tingkat pengenalan yang lebih baik.
2. Menggunakan kamera dengan resolusi yang lebih tinggi serta memperbaiki kondisi pencahayaan saat proses pengambilan citra sehingga kualitas gambar yang diperoleh lebih optimal.
3. Melakukan pengujian menggunakan wajah yang tidak terdaftar (*unknown face*) sehingga evaluasi performa sistem dapat dilakukan menggunakan *Confusion Matrix* secara lengkap. Dengan adanya data tersebut, penelitian selanjutnya dapat menghitung *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *Specificity*, dan *F1-Score* sehingga evaluasi metode menjadi lebih komprehensif.
4. Membandingkan metode *Eigenface* dengan metode pengenalan wajah yang lebih modern, seperti *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH), *Principal Component Analysis* (PCA) yang dikombinasikan dengan metode lain, atau metode berbasis *Deep Learning*, untuk memperoleh tingkat akurasi yang lebih tinggi.

-
5. Mengembangkan sistem menjadi aplikasi berbasis *web* atau *mobile* dengan dukungan basis data yang lebih besar sehingga dapat diterapkan pada lingkungan perguruan tinggi secara lebih luas.

Daftar Pustaka

- [1] R. Kosasih and C. Daomara, "Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode *Local Binary Patterns Histograms* (LBPH)," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 4, pp. 1258–1264, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3171.
- [2] D.E. Pratiwi and A. Harjoko, "Implementasi Pengenalan Wajah Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA)," *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 3, no. 2, pp. 175–184, 2013, doi: 10.22146/ijeis.3892.
- [3] Suryadi, 2015 "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Principal Component Analysis* (PCA) dengan Algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM)," 2015.
- [4] B. O. Siahaan and N. Ekawati, "Implementasi Pengenalan Wajah untuk Absensi Karyawan dengan Metode *Eigenface*," *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol. 5, no. 5, 2021.
- [5] A. Nisa, D. Ramdani, G. Haryanto, W. Maeylani, A. Saifudin, and T. Desyani, "Penerapan Sistem Presensi Online pada Mahasiswa Berbasis *Face Recognition* dengan Metode *Eigenface*," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, vol. 6, no. 3, 2021.
- [6] M. S. Md. Suhaimin, M. H. A. Hijazi, and C. K. On, "Real-Time Mask Detection and Face Recognition Using *Eigenfaces* and *Local Binary Pattern Histogram* for Attendance System," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [7] E. Bugingo, O. Imbahafi, A. C. Umeonyirihoa, T. Ahmad, N. Jean De La Croix, and A. M. Uwumuremyi, "Enhancing Face Recognition Attendance System Utilizing Real-Time Face Tracking" *Internet of Things*, vol. 33, Art. 101660, 2025.
- [8] M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for Recognition," *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 3, no. 1, pp. 71–86, 1991.
- [9] S. P. Putra et al., "Absensi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Eigenface*," *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 2021.
- [10] Y. P. Manik and S. Sitohang, "Perancangan Sistem Absen Berbasis *Face Recognition*," *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol. 12, no. 4, 2024.