

Perancangan Sistem Monitoring Kehadiran Karyawan Menggunakan Webcam dan Algoritma Eigenface Studi Kasus di PT Bluepoll

Rusito¹, Suprapti², Yuli Fitrianto³

^{1,2,3}Universitas Sains dan Teknologi Komputer

Email: rusito@stekom.ac.id, suprapti@stekom.ac.id, yuli_f@stekom.ac.id

Alamat : Jalan Majapahit 605 Semarang, Indonesia, 50192

Abstract. Facial recognition, a branch of image processing, is widely used in attendance systems to improve efficiency and security. This study develops an employee attendance monitoring system that integrates facial recognition using the Eigenface algorithm in OpenCV. The system records each individual's facial data alongside a password, enabling automated attendance tracking. Testing results indicate that with a database of 10 facial entries, the system achieved 100% accuracy in recognizing individuals. However, as the database expanded beyond 10 entries, accuracy declined to 80%, influenced by factors such as lighting variations, differences in facial structures, and increased data volume. This study employed a Research and Development (R&D) methodology, with expert validation yielding a score of 3.4, categorizing the system as "Highly Valid." User testing with 11 participants resulted in an overall score of 36, classifying the system as "Very Good (Valid)." The findings highlight the potential of facial recognition in improving attendance management while minimizing fraudulent entries. Future research should focus on optimizing recognition accuracy in larger databases through refined preprocessing techniques, image quality adjustments, and deep learning models.

Keywords: Employee Attendance System, Eigenface Algorithm, Facial Recognition, OpenCV, Webcam Integration.

Abstrak: Pengenalan wajah, salah satu cabang pemrosesan gambar, banyak digunakan dalam sistem absensi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan. Studi ini mengembangkan sistem pemantauan absensi karyawan yang mengintegrasikan pengenalan wajah menggunakan algoritma Eigenface di OpenCV. Sistem ini merekam data wajah setiap individu beserta kata sandi, yang memungkinkan pelacakan absensi otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan basis data berisi 10 entri wajah, sistem mencapai akurasi 100% dalam mengenali individu. Namun, saat basis data diperluas hingga lebih dari 10 entri, akurasi menurun hingga 80%, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti variasi pencahayaan, perbedaan struktur wajah, dan peningkatan volume data. Studi ini menggunakan metodologi Penelitian dan Pengembangan (R&D), dengan validasi ahli menghasilkan skor 3,4, yang mengkategorikan sistem sebagai "Sangat Valid." Pengujian pengguna dengan 11 partisipan menghasilkan skor keseluruhan 36, yang menggolongkan sistem sebagai "Sangat Baik (Valid)." Temuan ini menyoroti potensi pengenalan wajah dalam meningkatkan manajemen absensi sekaligus meminimalkan entri yang curang. Penelitian di masa mendatang harus difokuskan pada pengoptimalan akurasi pengenalan dalam basis data yang lebih besar melalui teknik pra-proses yang lebih baik, penyesuaian kualitas gambar, dan model pembelajaran mendalam.

Kata kunci: Sistem Kehadiran Karyawan, Algoritma Eigenface, Pengenalan Wajah, OpenCV, Integrasi Webcam.

1. LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi yang pesat telah menyebabkan otomatisasi berbagai proses, termasuk pemantauan kehadiran karyawan. Metode kehadiran tradisional, seperti register manual dan sistem sidik jari biometrik, menimbulkan keterbatasan dalam hal efisiensi dan keamanan. Teknologi pengenalan wajah menawarkan alternatif dengan menghilangkan risiko peniruan identitas dan mengurangi campur tangan manusia.

Meskipun memiliki kelebihan, pengenalan wajah masih menghadapi tantangan, terutama dalam menangani variasi kondisi pencahayaan, ekspresi wajah, dan kumpulan data besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kehadiran karyawan menggunakan algoritma Eigenface, yang dikenal karena efisiensinya tetapi memiliki

keterbatasan dalam hal akurasi dengan kumpulan data yang lebih besar. Penelitian ini berupaya mengatasi keterbatasan ini dengan mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi dunia nyata dan mengusulkan peningkatan untuk meningkatkan akurasi.

Sistem pengenalan wajah kami memproses gambar yang diambil oleh kamera keamanan. Berbagai algoritma dan perangkat lunak digunakan, dengan Deep Learning sebagai teknologi inti. Hal ini memungkinkan konversi bingkai video menjadi gambar, sehingga lebih mudah untuk mengidentifikasi wajah karyawan untuk pelacakan kehadiran. Basis data kehadiran kemudian diperbarui secara otomatis, memastikan pencatatan yang akurat dan efisien. (Mishra dkk., 2022)

Pengenalan wajah pada kumpulan data berkualitas rendah menjadi tantangan karena atribut wajah yang kabur. Penelitian sebelumnya telah meningkatkan kemampuan membedakan wajah menggunakan loss berbasis margin dan loss adaptif yang memberikan perhatian lebih besar pada sampel keras. Penelitian ini memperkenalkan aspek baru adaptifitas dalam fungsi loss berdasarkan kualitas gambar, dengan menyesuaikan penekanan pada sampel mudah atau keras. Kami mengusulkan AdaFace, fungsi loss dengan margin adaptif yang memperkirakan kualitas gambar melalui norma fitur. (Kim dkk., 2022)

Webcam dan sistem berbasis web juga diperlukan untuk menangkap data wajah secara real time. Memantau kehadiran karyawan menggunakan webcam memberikan manfaat yang optimal, termasuk keamanan yang ditingkatkan dan kenyamanan yang lebih baik bagi karyawan dan perusahaan. Seiring dengan pertumbuhan perusahaan dan semakin banyaknya pekerja, sistem yang andal diperlukan untuk memastikan pelacakan kehadiran tetap aman dan nyaman. Salah satu kemajuan teknologi adalah penerapan sistem kehadiran otomatis dan real-time, yang menghilangkan kebutuhan entri data manual. Dengan webcam, catatan kehadiran dapat diakses hanya dengan melihat antarmuka web. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan aplikasi absensi online yang andal dan efisien. Tujuan utama aplikasi ini adalah untuk meningkatkan efisiensi absensi, memfasilitasi pemantauan dan evaluasi, serta meminimalkan risiko kecurangan dalam proses absensi. (Kurnia Aji dkk., 2023)

Dalam skenario sehari-hari, sistem absensi manual atau analog sering kali menghadapi tantangan umum. Salah satu masalah utama adalah perilaku curang, di mana karyawan dapat meminta rekan kerja untuk absen atas nama mereka, yang pada akhirnya mengurangi profesionalisme di tempat kerja. Meskipun ada kemajuan dari mesin kartu berlubang tradisional ke sistem digital modern, penipuan absensi tetap menjadi perhatian yang terus-menerus, yang menyoroti perlunya solusi yang lebih aman. Pengenalan wajah telah menjadi metode utama untuk identifikasi pribadi, terutama di industri tempat sistem absensi berbasis kartu masih banyak digunakan. Namun, sistem manual memiliki beberapa kelemahan, termasuk kerentanan terhadap penipuan, fleksibilitas terbatas, dan konsumsi sumber daya yang berlebihan, sehingga membuatnya kurang efisien dalam jangka panjang. (Atan dkk., 2024)

Pengenalan wajah (FR) dalam kondisi cuaca yang tidak terkendali tetap menjadi tantangan yang signifikan dan telah menerima perhatian terbatas dari para peneliti dan praktisi selama beberapa dekade terakhir. Untuk mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini mengevaluasi kinerja tiga metode pengenalan wajah yang populer dalam berbagai kondisi cuaca. Untuk mendukung penelitian ini, kumpulan data wajah baru, Lamar University Database (LUDB), dikembangkan, yang berisi gambar yang diambil dalam berbagai kondisi cuaca, termasuk lingkungan berkabut, berawan, hujan, dan cerah. Sistem pemantauan kehadiran karyawan secara real-time meningkatkan keamanan dan

kenyamanan dengan menyediakan akses mudah ke catatan kehadiran melalui platform berbasis web. Administrator dan manajemen dapat memantau data kehadiran secara efisien, meningkatkan pengawasan tenaga kerja secara keseluruhan. Sistem ini menggunakan algoritma OpenCV untuk penyimpanan data wajah dan algoritma Eigenface untuk memproses data kehadiran karyawan. Antarmuka web memfasilitasi pendaftaran karyawan dan pelacakan kehadiran. OpenCV, alat yang dapat diakses secara luas, memungkinkan masuknya bidang visi komputer tanpa hambatan. Selain itu, sistem pelacakan kehadiran mengintegrasikan berbagai pustaka Python, termasuk OpenCV, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pencatatan kehadiran. (Kaur et al., 2024)

Meskipun teknologi pengenalan wajah telah diterapkan secara luas dalam sistem absensi, tantangan tetap ada pada akurasi pengenalan, terutama karena jumlah entri data wajah meningkat dan dalam berbagai kondisi pencahayaan dan ekspresi wajah. Penelitian sebelumnya yang menggunakan algoritma Eigenface telah menunjukkan efisiensi dalam pengenalan wajah, tetapi akurasinya cenderung menurun dengan kumpulan data yang lebih besar dan kondisi pencahayaan yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan ini dengan mengevaluasi kinerja Eigenface dalam skenario dunia nyata dan mengusulkan pendekatan praproses data wajah yang lebih efektif untuk meningkatkan akurasi. Lebih jauh, integrasi sistem ini dengan antarmuka berbasis web memungkinkan pemantauan absensi yang lebih fleksibel dan otomatis, memberikan solusi yang lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional dan penelitian sebelumnya.

2. KAJIAN TEORITIS

a. Pengertian Absensi atau Kehadiran

Kehadiran mengacu pada pola kebiasaan ketidakhadiran dari tugas atau kewajiban. Secara tradisional, ketidakhadiran dipandang sebagai indikator kinerja individu yang buruk dan pelanggaran kontrak implisit antara karyawan dan pemberi kerja. Namun, kini hal ini semakin dilihat sebagai masalah manajemen, yang dibingkai dalam istilah ekonomi atau kuasi-ekonomi. Ketidakhadiran juga dapat dianggap sebagai indikator penyesuaian psikologis, medis, atau sosial yang terkait dengan pekerjaan.

Ketidakhadiran yang sering terjadi di tempat kerja dapat mencerminkan moral yang rendah atau fenomena yang dikenal sebagai "presenteeism," di mana karyawan datang bekerja meskipun sedang tidak sehat. Beberapa perusahaan menerapkan kebijakan yang memberikan fleksibilitas bagi karyawan yang tidak hadir karena penyakit tertentu atau alasan cuti tertentu. Namun, perusahaan lain tidak mengizinkan ketidakhadiran karena penyakit ringan, yang sering kali mengakibatkan karyawan merasa berkewajiban untuk bekerja saat sakit, yang menyebabkan penyebaran penyakit menular di antara rekan kerja. Hal ini, pada gilirannya, menyebabkan tingkat ketidakhadiran yang lebih tinggi dan penurunan produktivitas di antara karyawan yang berusaha bekerja saat tidak sehat. Sebagian besar karyawan menyebutkan alasan medis untuk ketidakhadiran mereka dan memberikan surat keterangan dokter atau dokumentasi lain untuk membenarkan ketidakhadiran mereka. Mereka biasanya memberi tahu atasan mereka melalui telepon sebagai tanda itikad baik.

Sistem komprehensif yang mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah dan manajemen kehadiran sangat penting bagi lembaga dan organisasi pendidikan. Dengan memanfaatkan algoritma pengenalan wajah canggih dan teknik pembelajaran mesin, sistem kami bertujuan untuk mengotomatiskan pelacakan kehadiran, meningkatkan akurasi dan efisiensi. Kami melakukan eksperimen ekstensif menggunakan berbagai kumpulan data untuk pelatihan dan pengujian. Hasilnya menyoroiti kekuatan dan

keandalan model pengenalan wajah kami dalam skenario dunia nyata. (Atchala et al., 2024)

b. Sistem Cerdas

Sistem cerdas dirancang untuk meniru atau mensimulasikan proses kognitif manusia, seperti pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan pembelajaran. Sistem ini mengandalkan algoritme yang dapat belajar dari data dan pengalaman untuk meningkatkan kinerjanya secara otomatis tanpa instruksi yang jelas. Beberapa konsep mendasar dalam sistem cerdas meliputi: Kecerdasan Buatan (AI), Cabang ilmu komputer yang berfokus pada pembuatan sistem yang dapat mereplikasi perilaku cerdas manusia, seperti pengenalan pola, pengambilan keputusan, dan pemahaman bahasa alami. (Russell, S., & Norvig, P., 2016). Pembelajaran Mesin, Subbidang AI yang mengembangkan algoritme yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data. Pembelajaran mesin dibagi menjadi tiga jenis utama: pembelajaran terbimbing, pembelajaran tak terbimbing, dan pembelajaran penguatan. (Bishop, C. M., 2006) Jaringan Syaraf Tiruan (ANN), Sistem yang mensimulasikan cara otak manusia memproses informasi. Jaringan ini banyak digunakan untuk tugas-tugas seperti pengenalan wajah, pengenalan ucapan, dan pemrosesan gambar. (Haykin, S., 2009). Sistem Pakar, Sistem yang memanfaatkan basis pengetahuan dan aturan logis untuk meniru proses pengambilan keputusan pakar manusia di bidang tertentu. (Durkin, J., 1994). Perencanaan dan Pengambilan Keputusan Otomatis, Teknik untuk merancang dan mengoptimalkan tindakan yang diperlukan dalam situasi tertentu dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan hasil potensial. (Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P., 2004). Pengenalan Pola, Proses yang memungkinkan sistem mengidentifikasi objek atau pola dari data, umumnya digunakan dalam pengenalan wajah, pengenalan ucapan, dan analisis teks. (Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G., 2000)

c. Algoritma Pengenalan Wajah

Beberapa algoritma pengenalan wajah telah dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Algoritma Eigenface, Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) untuk pengenalan wajah tetapi sensitif terhadap variasi pencahayaan dan pose (Ramadhan et al., 2022). Algoritma Fisherface, Menggunakan Linear Discriminant Analysis (LDA) dan berkinerja lebih baik dalam berbagai kondisi pencahayaan (Kaur et al., 2024). Histogram Pola Biner Lokal (LBPH), Mengekstrak fitur tekstur wajah dan lebih tangguh terhadap perubahan pencahayaan dan ekspresi wajah (Atan et al., 2024).

Eigenface berkinerja baik dengan kumpulan data kecil tetapi kesulitan saat menangani yang lebih besar karena meningkatnya kompleksitas fitur. Penelitian sebelumnya telah melaporkan penurunan akurasi seiring bertambahnya ukuran kumpulan data, yang mengharuskan integrasi metode alternatif seperti pendekatan berbasis pembelajaran mendalam (Kim et al., 2022).

d. Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Eigenface

Teknologi biometrik yang digunakan dalam makalah ini adalah pengenalan wajah. Teknologi pengenalan wajah dipilih karena, dibandingkan dengan pengenalan sidik jari, teknologi ini lebih higienis karena tidak ada kontak fisik antara banyak pengguna. Sementara itu, dibandingkan dengan pengenalan iris, teknologi ini lebih hemat biaya karena peralatan yang dibutuhkan lebih murah.

Untuk mengatasi keterbatasan pengenalan wajah, seperti ketergantungannya pada perubahan pencahayaan lingkungan, ekspresi wajah, dan kemiringan/pose wajah, kompensasi diterapkan melalui algoritma pengenalan wajah yang efektif dan teknik pra-proses. Di sisi lain, dibandingkan dengan teknologi pengenalan multimoda,

pengenalan wajah lebih murah, karena sistem multimoda memerlukan beberapa teknologi pengenalan.

Pengembangan aplikasi dilakukan dengan menggunakan pustaka OpenCV. Dibandingkan dengan MATLAB, OpenCV menawarkan waktu komputasi yang lebih cepat, membutuhkan lebih sedikit penyimpanan, dan tersedia dengan lisensi gratis. Cascade Classifier berbasis Haar masih digunakan untuk deteksi wajah, karena mengungguli algoritma deteksi objek lain seperti Successive Mean Quantization Transform (SMQT), Sparse Network of Winnows (SNOW), Neural Networks (NN), dan Support Vector Machines (SVM).

Untuk pengenalan wajah, OpenCV menyediakan tiga algoritma pengenalan utama: Eigenface, Fisherface, dan Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Algoritma Eigenface dipilih untuk penelitian ini karena menunjukkan kinerja yang sedikit lebih baik daripada algoritma Fisherface. Selain itu, dibandingkan dengan algoritma LBPH, Eigenface memiliki waktu pemrosesan pengenalan yang lebih cepat, meskipun dengan akurasi yang lebih rendah.

Untuk meningkatkan akurasi pengenalan wajah—terutama dalam kasus wajah miring karena rotasi kepala pada sumbu Z dan variasi intensitas pencahayaan—diperlukan metode praproses citra wajah yang tepat. Metode praproses yang terdiri dari empat tahap dikembangkan: pemotongan, perubahan ukuran, normalisasi, dan pemfilteran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode praproses ini berhasil meningkatkan akurasi rata-rata algoritma Eigenface hingga 66,32%.

Lebih jauh, metode praproses wajah yang lebih baik dikembangkan, menggunakan langkah-langkah yang sama tetapi dengan teknik yang lebih halus. Pada tahap normalisasi, metode praproses yang disempurnakan menerapkan transformasi geometrik dan pemerataan histogram secara terpisah. Transformasi geometrik membantu mengoreksi wajah yang miring karena rotasi kepala pada sumbu Z, sementara pemerataan histogram yang terpisah mengatasi perubahan intensitas pencahayaan, yang dapat memengaruhi kinerja pengenalan wajah. Hasilnya, metode praproses ini dipilih sebagai pendekatan utama untuk aplikasi prototipe yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Selain metode praproses, sistem basis data berbasis SQL diintegrasikan ke dalam aplikasi prototipe. SQL dipilih daripada NoSQL karena formatnya yang terstruktur dan berbasis tabel. MySQL dipilih sebagai sistem basis data relasional karena, dibandingkan dengan Oracle, MySQL menawarkan lisensi gratis dan lebih ramah pengguna. Sementara itu, dibandingkan dengan PostgreSQL, MySQL memiliki waktu komputasi yang lebih singkat untuk operasi baca sederhana, lebih mudah digunakan, dan lebih mudah diinstal. (Prabowo dkk., 2019)

e. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah pustaka perangkat lunak visi komputer dan pembelajaran mesin sumber terbuka yang menyediakan berbagai alat untuk pemrosesan gambar, analisis video, deteksi objek, dan pengenalan wajah. Dikembangkan oleh Intel pada tahun 1999 dan kemudian dikelola oleh OpenCV Foundation, OpenCV ditulis dalam C++ tetapi mendukung banyak bahasa, termasuk Python dan Java. OpenCV banyak digunakan dalam penelitian akademis, aplikasi industri, robotika, dan kecerdasan buatan karena efisiensinya dan kemudahan penggunaannya (Bradski & Kaehler, 2008).

Eksperimen deteksi wajah berdasarkan OpenCV adalah teknologi yang dirancang untuk mengidentifikasi dan menemukan wajah manusia dalam gambar atau video digital. Teknologi ini menggunakan algoritme dan teknik pemrosesan gambar untuk

menganalisis piksel dalam bingkai gambar atau video dan menentukan keberadaan wajah manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas deteksi wajah berbasis OpenCV menggunakan algoritme Viola-Jones dalam kondisi cahaya redup. Percobaan dilakukan pada tiga tingkat intensitas cahaya yang berbeda: 10 Lux, 30 Lux, dan 50 Lux, menggunakan kamera internal laptop ASUS TUF DASH 15 FX517ZC. Metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi recall, precision, F-score, dan accuracy. Hasilnya menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang lebih tinggi, khususnya pada 50 Lux, menghasilkan efisiensi terbaik, dengan akurasi 99,2%, F-score 0,996, dan nilai recall 0,993. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara optimal pada tingkat kecerahan 50 Lux. Selain itu, deteksi wajah dipengaruhi oleh kualitas kamera yang digunakan, dan sudut atau rotasi wajah memainkan peran penting dalam keberhasilan deteksi, bahkan dalam lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi (Julham et al., 2023).

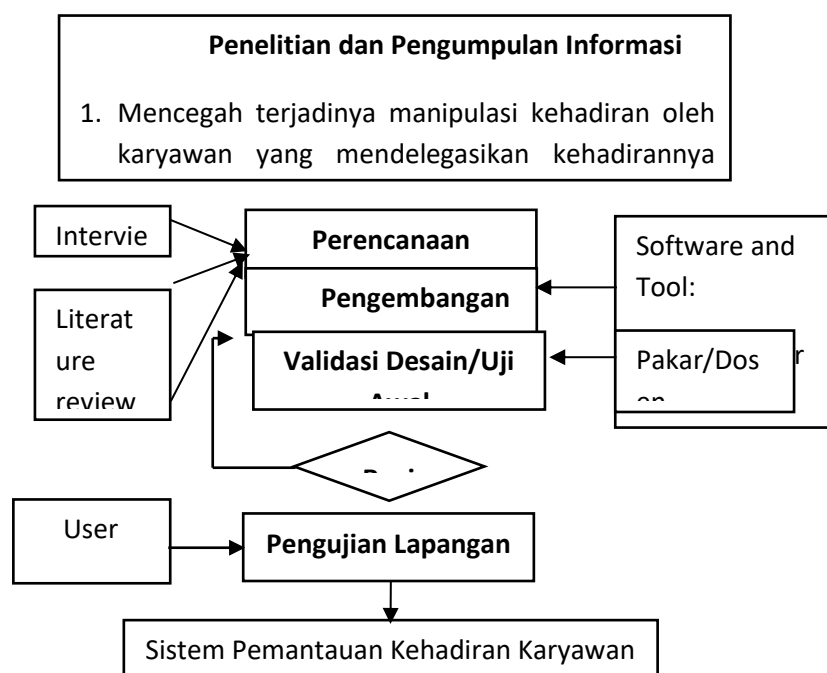
3. METODE PENELITIAN

a. Model Borg dan Gall

Menurut Borg dan Gall (1989), penelitian dan pengembangan pendidikan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Artinya, penelitian dan pengembangan (R&D) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menyempurnakan dan memvalidasi produk pendidikan. Hasil dari R&D tidak hanya berupa penyempurnaan produk yang sudah ada, tetapi juga penemuan pengetahuan atau solusi baru terhadap masalah praktis (Siregar, 2023).

Borg dan Gall (1989), penelitian dan pengembangan (R&D) dalam pendidikan melibatkan sepuluh langkah: (1) Penelitian dan Pengumpulan Informasi, (2) Perencanaan, (3) Pengembangan Bentuk Awal Produk, (4) Uji Lapangan Awal, (5) Revisi Produk Utama, (6) Uji Lapangan Utama, (7) Revisi Produk Operasional, (8) Uji Lapangan Operasional, (9) Revisi Produk Akhir, (10) Diseminasi dan Implementasi. Peneliti hanya menggunakan enam tahap dalam penelitian ini karena keterbatasan waktu.

b. Kerangka Berfikir



Gambar 1. Kerangka Berfikir Penelitian

Penelitian ini mengikuti pendekatan Penelitian dan Pengembangan (R&D), yang menggabungkan enam fase utama:

1. Analisis Persyaratan: Mengidentifikasi tantangan dalam sistem kehadiran yang ada.
2. Desain Sistem: Mengembangkan sistem kehadiran berbasis web yang mengintegrasikan OpenCV dan algoritma Eigenface.
3. Implementasi: Mengembangkan sistem menggunakan PHP, MySQL, dan OpenCV. Metode pengembangan sistem adalah agile.
4. Pengujian: Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan akurasi, presisi, recall, dan skor F1.
5. Validasi: Pengujian oleh pakar dan pengguna untuk menilai kegunaan dan keandalan.
6. Rekomendasi Peningkatan: Mengidentifikasi area untuk pengoptimalan lebih lanjut.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, sedangkan pengembangan atau desain menggunakan agile. Model Agile diterapkan dalam pengembangan sistem kehadiran karyawan berbasis pengenalan wajah melalui proses iteratif dan adaptif. Pengembangan dimulai dengan fase Perencanaan, di mana persyaratan sistem ditetapkan, termasuk integrasi Algoritma Eigenface dan OpenCV, serta identifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Dalam fase Desain, arsitektur sistem berbasis web dibuat untuk memfasilitasi pemantauan kehadiran secara real-time, bersama dengan alur data untuk pemrosesan gambar dan pelatihan model. Fase Pengembangan & Iterasi melibatkan penerapan fitur inti seperti perekaman, penyimpanan, dan verifikasi data wajah, diikuti oleh pengujian dan penyempurnaan berulang berdasarkan umpan balik. Fase Pengujian menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, penarikan kembali, dan skor F1, bersama dengan validasi silang dan matriks kebingungan untuk memastikan keandalan sistem dalam berbagai kondisi. Setelah pengujian, fase Penerapan mengintegrasikan sistem ke dalam lingkungan dunia nyata dengan 11 pengguna sampel, mengumpulkan umpan balik untuk perbaikan lebih lanjut. Terakhir, fase Tinjauan & Pemeliharaan menganalisis kinerja sistem dan menggabungkan pembaruan rutin berdasarkan umpan balik pengguna dan kemajuan dalam teknologi pengenalan wajah. Pendekatan Agile ini memastikan sistem pengenalan wajah yang fleksibel dan terus ditingkatkan yang disesuaikan dengan kebutuhan dunia nyata. (Niklas et al., 2024)

c. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data skor diperoleh dari sistem penilaian kuesioner. Data kuantitatif dari setiap item dihitung menggunakan teknik analisis nilai rata-rata. (Sugiyono, 2019)

Rumus Validasi Produk Akhir

$$\mu = \frac{\sum x}{n}$$

Explanation:

- μ = Average validation score
- $\sum x$ = Total validation score from all validators
- n = Number of validators

Kriteria Validasi

Setelah skor validasi rata-rata (μ) dihitung, validitas produk ditafsirkan berdasarkan kriteria berikut:

Table 1. Validation Criteria

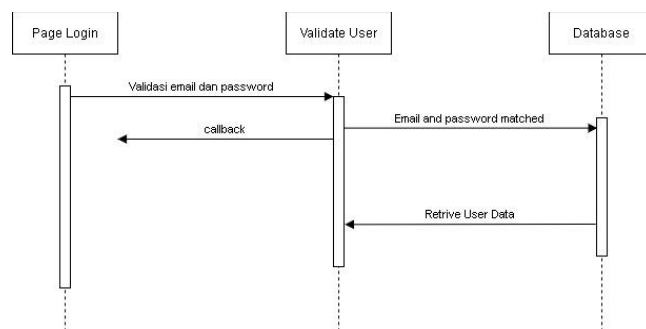
Score (μ)	Validation Criteria	Action
3.26 – 4.00	Highly Valid	Can be used without revision
2.51 – 3.25	Valid	Can be used with minor improvements
1.76 – 2.50	Less Valid	Requires revision
1.00 – 1.75	Not Valid	Needs total revision

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Activity Diagram

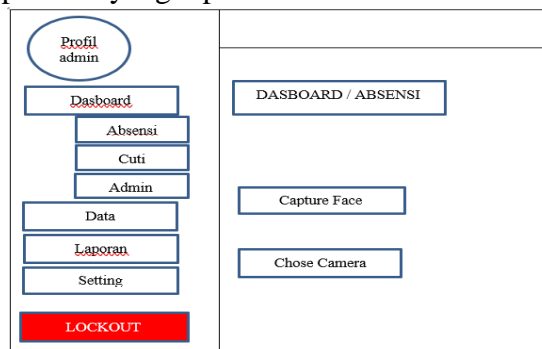
Diagram Aktiviti menggambarkan alur kerja atau aktivitas dalam suatu sistem atau menu tertentu dalam perangkat lunak. Diagram ini memberikan representasi visual dari urutan tindakan, keputusan, dan interaksi yang terjadi dalam suatu proses. (Al-Fedaghi, 2021)



Gambar 2. Activity Diagram Admin Mengelola user Karyawan

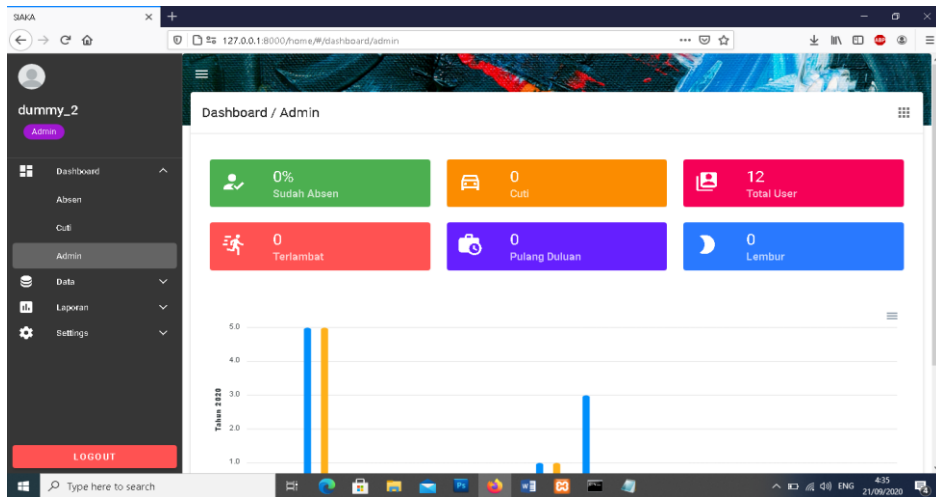
Desain Tampilan Dasbor

Dasbor adalah antarmuka visual yang memberikan gambaran umum tentang data utama, status sistem, atau analitik kepada pengguna secara terstruktur dan interaktif. Dasbor dirancang untuk membantu pengguna mengakses informasi penting dengan cepat dan membuat keputusan yang tepat.



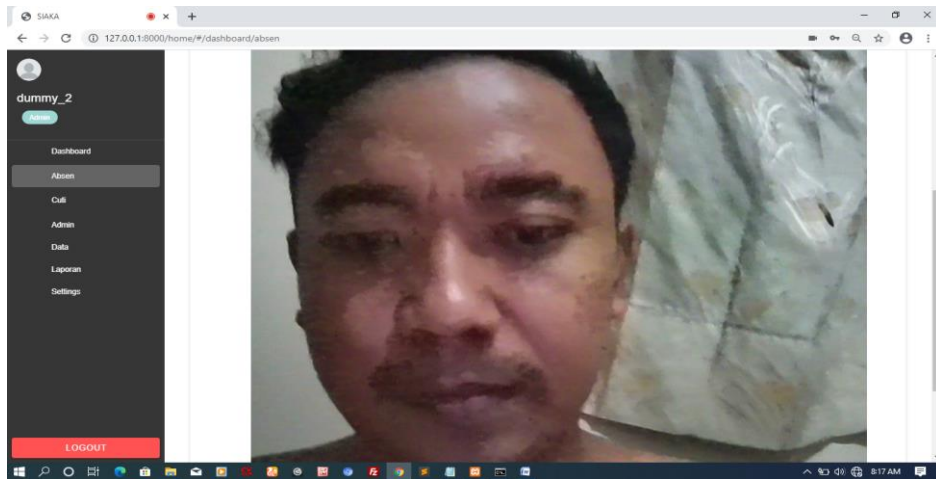
Gambar 3. Admin Dashboard View

Dashboard Admin



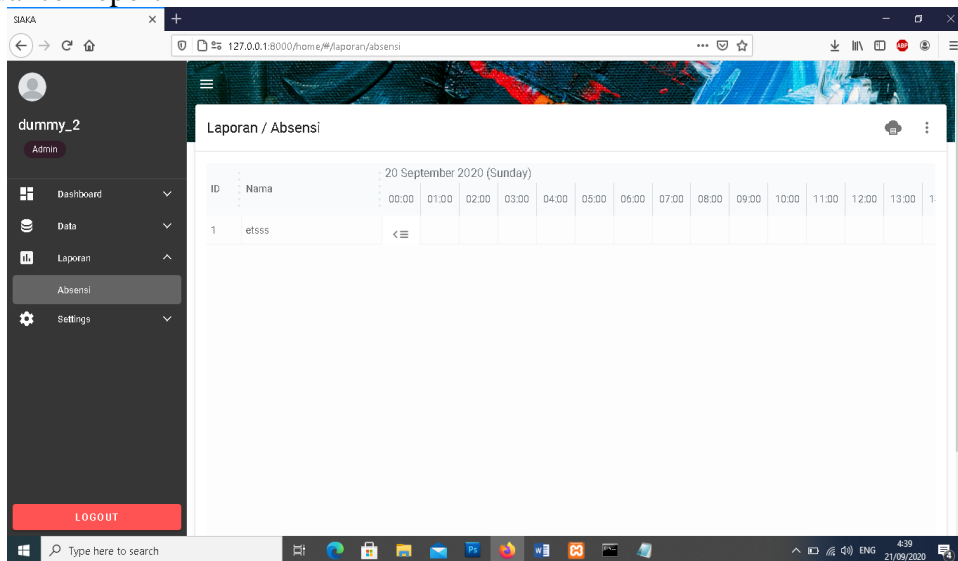
Gambar 4. Admin Dashboard View

Attendance View Utama



Gambar 5. Admin attendance menu

Attendance Report



Gambar 6. Attendance Report Display

Gambar 6. menunjukkan tampilan laporan kehadiran, termasuk waktu check-in, tanggal, bulan, tahun, dan waktu check-out karyawan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan algoritma Eigenface mengalami penurunan akurasi seiring bertambahnya jumlah entri wajah dalam basis data. Dengan 10 entri wajah, sistem mencapai akurasi 100%, tetapi ketika jumlah entri melebihi 10, akurasi turun menjadi 80%. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa Eigenface kurang tangguh untuk kumpulan data besar dan variasi pencahayaan dan ekspresi wajah (Ramadhan et al., 2022).

Sebagai perbandingan, algoritma Fisherface menawarkan kinerja yang lebih baik dalam menangani variasi pencahayaan karena menggunakan Linear Discriminant Analysis (LDA) untuk memaksimalkan perbedaan antarkelas wajah (Kaur et al., 2024). Sementara itu, Local Binary Pattern Histogram (LBPH) menunjukkan ketahanan yang lebih besar terhadap variasi ekspresi wajah dan kondisi pencahayaan yang buruk karena metode ekstraksi fitur berbasis tekstur (Atan et al., 2024).

Dalam penelitian ini, penurunan akurasi disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- Variasi Pencahayaan – Eigenface sensitif terhadap perubahan pencahayaan karena metode utamanya didasarkan pada Principal Component Analysis (PCA), yang mengandalkan nilai piksel keseluruhan dalam gambar.
- Perbedaan dalam Struktur Wajah – Eigenface kesulitan membedakan fitur wajah yang mirip, yang menyebabkan tingkat kesalahan yang lebih tinggi seiring bertambahnya jumlah individu dalam basis data.
- Peningkatan Volume Data – Seiring bertambahnya jumlah entri wajah, Eigenface mengalami kesulitan mempertahankan klasifikasi yang akurat karena meningkatnya kompleksitas ruang vektor.

Pengujian Sistem Kerja Alat

Untuk memastikan alat dapat beroperasi secara normal, perlu dilakukan pengujian pada masing-masing sensor dengan melakukan 10 kali percobaan sesuai standar operasional.

Tabel 2. Pengujian sistem kerja alat sesuai prosedur penggunaan

TOOL NAME	Web Sensor Testing and Eigenface Algorithm										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Eigenface Data When Entering	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Eigenface Face Sensor Reading	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Webcam In Light And Dark	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Eigenface Real time	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Employee Data	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

Recognition Webcam											
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dari hasil pengujian alat menurut pengguna operasional alat seperti pada tabel 2, didapatkan hasil dari 10 database yang telah didaftarkan tingkat keberhasilannya adalah 100%, menjelaskan bahwa alat dapat digunakan dengan baik dan semua sensor dapat berjalan dengan baik tanpa adanya kendala.

Uji Validasi Desain

Pada penelitian ini dilakukan uji validasi desain oleh pakar yaitu dosen STEKOM dalam memvalidasi desain produk yang telah dibangun oleh penulis. Soal yang diberikan oleh Pakar (Dosen Stekom) dapat dilihat memiliki skor 34 dan skor rata-rata 3,4 sehingga dapat dikatakan “Sangat Valid”.

Validasi Oleh Pengguna

Uji coba lapangan berupa uji coba prototipe sistem absensi karyawan oleh calon pengguna yaitu PT Bluepoll Buana Pratama.

Tabel 3. Rangkuman hasil validasi oleh Pengguna

Indicator No.	Validation By User (Admin PT Bluepoll)	Validation By User									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3
4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4
5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3
6	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
7	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4
8	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3
9	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4
10	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
Final Total	34	37	36	37	36	36	35	38	36	35	36
Total number	396										

Nilai total dari 11 pengguna adalah 396, sehingga nilai rata-rata responden dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 X_{\text{responden}} &= \frac{\text{total number of respondents scores}}{\text{number of respondents}} \\
 X_{\text{responden}} &= \frac{396}{11} \\
 X_{\text{responden}} &= 36
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, hasil validasi menunjukkan nilai 36, yaitu antara 31-40. Berdasarkan tabel indikator nilai, hasil yang diperoleh untuk rancangan desain ini adalah "Sangat Baik, sehingga dapat digunakan meskipun masih ada sedikit revisi" yang berarti berada pada nilai Sangat Baik (Valid).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, untuk memastikan alat dapat berjalan dengan normal, maka perlu dilakukan pengujian terhadap masing-masing sensor dengan melakukan 10 kali uji coba sesuai standar operasional. Hasil yang diperoleh dari 10 database wajah yang telah terdaftar untuk tingkat keberhasilannya adalah 100% menjelaskan bahwa alat dapat digunakan dengan baik dan semua sensor dapat berjalan dengan baik tanpa ada kendala.

Pada uji coba, hasil yang telah dilakukan validasi pakar mendapatkan nilai sebesar 3,4 yang berarti "Sangat Valid". Sedangkan pengujian prototipe sistem oleh pengguna mendapatkan nilai sebesar 36 yang berarti "Sangat Valid" dan pengujian efektivitas oleh 11 pengguna ditambah pakar dan pengguna karyawan mendapatkan nilai total sebesar 36 yang berarti pengujian efektivitas tergolong "Sangat Baik (Valid)" dapat dikatakan bahwa sistem yang baru lebih efektif dibandingkan dengan sistem yang lama.

SARAN

Ada beberapa saran yang diajukan untuk pengembangan selanjutnya yaitu: perlu adanya pelatihan untuk penggunaan sistem dan fasilitas monitoring kehadiran karyawan, dapat dikembangkan untuk database yang lebih besar. Aplikasi ini juga disarankan untuk menggunakan server dengan spesifikasi tinggi agar operasinya lancar. Disarankan juga untuk menambahkan aplikasi seluler dan menyertakan fitur peta lokasi. Studi ini merekomendasikan penggunaan metode hibrida, seperti menggabungkan Eigenface dengan LBPH, atau menerapkan model pembelajaran mendalam (misalnya, CNN) untuk meningkatkan ketahanan sistem terhadap kumpulan data yang lebih besar.

DAFTAR REFERENSI

- Al-Fedaghi, S. (2021). Validation: Conceptual versus Activity Diagram Approaches. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(6). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120632>
- Atan, N. D. F., Rahmadewi, R., Adzani Susanto, D., & Kuncoro Jati, W. (2024). IMPLEMENTATION OF AN IDENTIFICATION SYSTEM WITH FACIAL IMAGE PROCESSING (EIGENFACE) USING MATLAB APPLICATION. *Jurnal Media Elektrik*, 21(2), 63–72. <https://doi.org/10.59562/metrik.v21i2.1706>
- Atchala, S., Riyaz, S., Chaitanya, M. C., & Uday, C. (2024). Attendance Management with Facial Recognition using OpenCV. 2024 5th International Conference for Emerging Technology (INCET), 1–8. <https://doi.org/10.1109/INCET61516.2024.10593401>
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Bradski, Gary., Kaehler, Adrian. (2008). *Learning OpenCV*. Sebastopol: Penerbit. O'Reilly Media, Inc.
- Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2000). *Pattern Classification*. Wiley-Interscience.
- Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P. (2004). *Automated Planning: Theory and Practice*. Morgan Kaufmann.

- Haykin, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson
- Julham, Hutagalung, S. S. T., Simalango, K. C., & Lumbantobing, S. (2023). The Effectiveness Of OpenCV Based Face Detection In Low-Light Environments. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 7(1), 209–220. <https://doi.org/10.31289/jite.v7i1.9851>
- Kaur, J., Saxena, H., & Singh, Er. S. (2024). A Real Time Facial Recognition and Tracking System for Personnel Presence. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(5), 3908–3910. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.62472>
- Kim, M., Jain, A. K., & Liu, X. (2022). AdaFace: Quality Adaptive Margin for Face Recognition. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 18729–18738. 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). <https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01819>
- Kurnia Aji, B. R., Hidayat, M. M., Julianti, A., & Muzzani, A. A. (2023). Development of Employee Online Attendance System using Webcams and Web-Based Location (Case Study of CV. OTW Computer Gusaha). *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, 8(1), 55–62. <https://doi.org/10.54732/jeeecs.v8i1.7>
- Mishra, V., Raj, S., Singhal, T., & Sankhla, C. (2022). Intelligent Face Recognition based attendance system. 2022 10th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), 1–4. 2022 10th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO). <https://doi.org/10.1109/ICRITO56286.2022.9964862>
- Niklas, H., Haikal, M., & Atmojo, W. T. (2024). Implementasi Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Absensi Berbasis Web dengan Menggunakan Geofencing. *Jurnal Komtika (Komputasi Dan Informatika)*, 8(2), 200–213. <https://doi.org/10.31603/komtika.v8i2.12544>
- Prabowo, T. E., Hartanto, R., & Wibirama, S. (2019). Prototype of Student Attendance Application Based on Face Recognition Using Eigenface Algorithm. *IJITEE (International Journal of Information Technology and Electrical Engineering)*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.22146/ijitee.46724>
- Rosnelly, R., Simanjuntak, M. S., Clinton Sitepu, A., Azhari, M., Kosasi, S., & Husen. (2020). Face Recognition Using Eigenface Algorithm on Laptop Camera. 2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), 1–4. 2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM). <https://doi.org/10.1109/CITSM50537.2020.9268907>
- Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- Siregar, T. (2023). Stages of Research and Development Model Research and Development (R&D). *DIROSAT: Journal of Education, Social Sciences & Humanities*, 1(4), Article 4. <https://doi.org/10.58355/dirosat.v1i4.48>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.