

Sistem Pengenalan Wajah Untuk Presensi Menggunakan Metode *Haar Cascade*

Chairul Syafar Putra^{1*}, Barry Ceasar Octariadi², Alda Cendekia Siregar³
 Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Pontianak, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author*: chairulhidayat00@gmail.com

Abstract

An attendance system with facial recognition using the Haar cascade method is an efficient solution for recording student or employee attendance. By utilizing the Haar cascade algorithm, which is a machine learning-based object detection method, this system is able to recognize faces in images or videos. This algorithm, developed in 2001 by Paul Viola and Michael Jones, functions as a classifier that can produce bounding boxes around detected objects. The advantage of this system is that it can increase the efficiency of the attendance process by eliminating dependence on cards or manual recording, as well as reducing data input errors. System testing was carried out using a dataset of 10 students with 50 facial images each. As a result, the system succeeded in achieving 100% accuracy in identifying faces in different positions. In follow-up testing with 10 students, the system achieved 90% accuracy in the first stage and 80% in the second stage.

Keywords: *Attendance system; Facial recognition; machine learning; Bounding box; Biometrics*

Abstrak

Sistem absensi dengan pengenalan wajah menggunakan metode *Haar cascade* merupakan solusi efisien untuk pencatatan kehadiran siswa atau karyawan. Dengan memanfaatkan algoritma *Haar cascade*, yang merupakan metode deteksi objek berbasis *machine learning*, sistem ini mampu mengenali wajah dalam gambar atau video. Algoritma ini, dikembangkan pada tahun 2001 oleh Paul Viola dan Michael Jones, berfungsi sebagai *classifier* yang dapat menghasilkan *bounding box* di sekitar objek yang terdeteksi. Kelebihan sistem ini adalah dapat meningkatkan efisiensi proses absensi dengan menghilangkan ketergantungan pada kartu atau pencatatan manual, serta mengurangi kesalahan input data. Pengujian sistem dilakukan menggunakan dataset 10 mahasiswa dengan masing-masing 50 gambar wajah. Hasilnya, sistem berhasil mencapai akurasi 100% dalam mengidentifikasi wajah dengan posisi yang berbeda-beda. Dalam pengujian lanjutan dengan 10 mahasiswa, sistem mencapai akurasi 90% pada tahap pertama dan 80% pada tahap kedua.

Kata kunci: *Sistem absensi; Pengenalan wajah; machine learning; Bounding box; Biometrik*

1. Pendahuluan

Pentingnya tema penelitian ini terletak pada kebutuhan akan solusi yang efisien dalam sistem pemantauan dan penanggulangan kriminal, serta penerapan teknologi pengenalan wajah dalam sistem absensi [1]. Dalam kehidupan sehari-hari, mengenali seseorang melalui wajahnya lebih mudah daripada melalui sidik jari atau iris mata [2-3]. Istilah "*face recognition*" merujuk pada proses pengenalan wajah, yang menjadi krusial dalam sistem pemantauan [4]. Sistem absensi dengan pengenalan wajah menggunakan teknik biometrik memungkinkan pencatatan absensi yang efisien, berbeda dengan metode konvensional seperti sidik jari.

Implementasi algoritma *Haar Cascade* dipilih untuk mengatasi tantangan umum dalam pengenalan wajah, terutama dalam konteks sistem presensi yang seringkali gagal mengenali wajah dengan posisi yang berbeda. Dalam penelitian ini, dataset wajah mahasiswa Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Pontianak akan dikumpulkan untuk pengembangan sistem absensi berbasis pengenalan wajah.

Dengan demikian, penelitian ini akan membahas relevansi dan implikasi teknologi pengenalan wajah dalam konteks sistem absensi yang inovatif. Di dalam prakteknya, para

Mahasiswa dapat melakukan proses absensi bisa dengan posisi wajah yang berbeda-beda atau dengan menghadapkan wajah di depan kamera *webcam*. Setelah itu, setiap mahasiswa yang telah mendata kehadirannya, maka data-data Mahasiswa tersebut seperti nama, nim, kelas, tanggal, jam serta keterangan akan masuk kedalam database yang ada di dalam sistem absensi berupa file .csv dan sebagai pertanda kehadiran setiap Mahasiswa.

2. Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan penelitian ini, sangat penting bagi peneliti untuk mengetahui dan mencari referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari duplikasi ataupun penjiplakan serta sebagai bahan pembelajaran bagi peneliti agar penelitian tentang tema ini terus berkembang. Di bawah ini beberapa ulasan tentang penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan berkenaan dengan tema dan metode yang digunakan.

Penelitian [4] "*Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features*" merupakan makalah yang mempresentasikan algoritma *Haar cascade* pertama kali. Makalah ini diterbitkan dalam *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* pada tahun 2001.

Penelitian [5] "*Real-Time Face Detection using Haar Features and Adaboost*" merupakan makalah yang menjelaskan lebih lanjut mengenai algoritma *Haar cascade* dan bagaimana ia dapat digunakan untuk deteksi wajah dalam *real-time*. Makalah ini diterbitkan dalam *Proceedings of the 2002 International Conference on Audio and Video-Based Biometric Person Authentication* pada tahun 2002.

Penelitian [6] "*Object Detection with Haar-Like Features*" adalah makalah yang memberikan tinjauan mengenai algoritma *Haar cascade* dan bagaimana ia dapat digunakan untuk deteksi objek lain selain wajah. Makalah ini diterbitkan dalam *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* pada tahun 2005.

Penelitian [7] "*A Survey on Object Detection and Tracking Algorithms*" adalah tinjauan pustaka yang mencakup berbagai algoritma deteksi objek, termasuk algoritma *Haar cascade*. Tinjauan pustaka ini diterbitkan dalam *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* pada tahun 2013.

Kelebihan pada penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah naiknya tingkat akurasi dan dapat mendeteksi wajah dengan posisi wajah berbeda-beda.

3. Metodologi

3.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur, peneliti melakukan pencarian dan analisis terhadap sumber-sumber literatur seperti buku, jurnal, artikel, dan lain-lain yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti.

Studi literatur adalah proses meninjau dan menganalisis publikasi sebelumnya yang terkait dengan topik yang spesifik. Tujuannya adalah untuk memahami tingkat pengetahuan saat ini tentang topik tersebut, mengidentifikasi celah atau kekurangan dalam penelitian sebelumnya, dan membantu dalam penentuan arah penelitian selanjutnya.

Studi literatur melibatkan pemindaian database, jurnal, buku, dan sumber online lainnya untuk menemukan publikasi terkait dengan topik yang dibahas. Kemudian, publikasi tersebut harus dibaca dan dianalisis untuk memahami tingkat pengetahuan saat ini, metodologi yang digunakan, hasil dan kesimpulan yang dicapai, dan implikasi untuk penelitian selanjutnya.

3.2 Perancangan Sistem

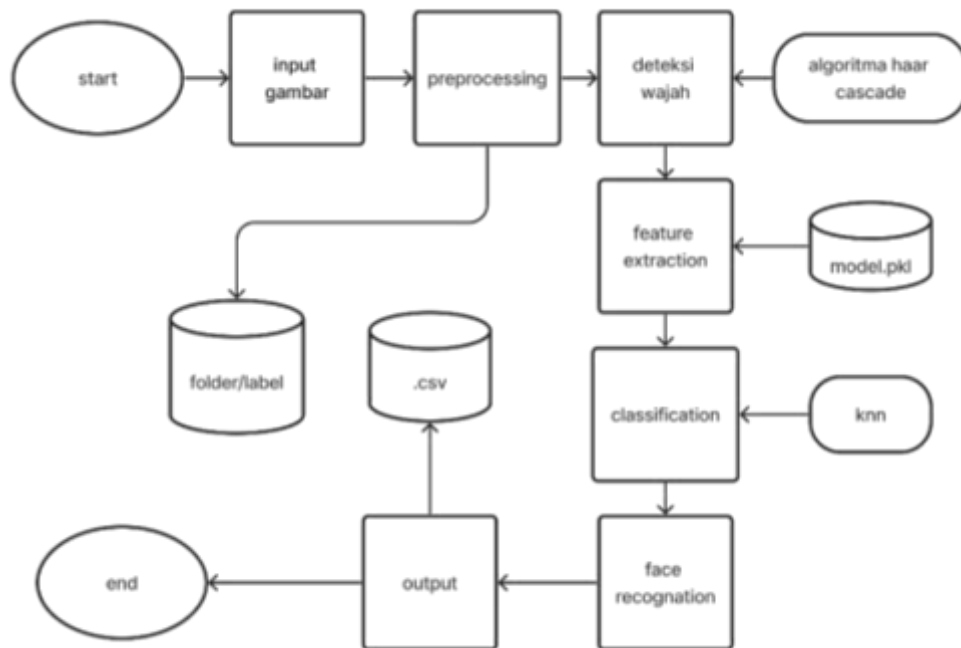
Dalam penelitian ini ada tahapan dalam merancang sistem pengenalan wajah untuk absensi menggunakan metode *Haar Cascade*:

- 1) Analisis Kebutuhan: Identifikasi tujuan dan spesifikasi aplikasi, termasuk jumlah user, dan kebutuhan hardware.
- 2) Desain User Interface: Menentukan tampilan halaman web dan membuat mockup dari aplikasi.
- 3) Desain User Interface: Menentukan tampilan halaman web dan membuat mockup dari aplikasi.
- 4) Implementasi Algoritma Pengenalan Wajah: Membuat script untuk mengidentifikasi wajah yang terdeteksi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN).

- 5) Integrasi dengan Flask: Menggabungkan script deteksi wajah dan pengenalan wajah dengan framework Flask dan membuat API untuk mengakses dan mengolah data.
- 6) Deployment: Melakukan implementasi aplikasi ke server dan memastikan aplikasi dapat diakses dan digunakan oleh user.

3.3 Implementasi dan Uji coba sistem

Berikut blok diagram dalam implementasi sistem pengenalan wajah:



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

3.4 Acquisition of Face Images

Acquisition of Face Images adalah proses pengambilan gambar wajah untuk digunakan dalam aplikasi pengenalan wajah. Proses ini melibatkan penggunaan kamera atau perangkat pemindai untuk menangkap gambar wajah, dan memastikan bahwa gambar tersebut memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah yang efektif.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas gambar wajah yang diperoleh termasuk pencahayaan, sudut pandang, dan resolusi. Oleh karena itu, pengambilan gambar wajah harus dilakukan dengan cara yang sesuai untuk memastikan bahwa gambar memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah yang efektif [8 - 11].

3.5 Pre-processing

Melakukan tahap *pre-processing* pada gambar wajah seperti deteksi tepi, penyesuaian *brightness* dan *contrast*, dan normalisasi ukuran gambar. *Face Detection* menggunakan algoritma *Haar Cascade* untuk mendeteksi wajah dalam gambar. Algoritma ini bekerja dengan membandingkan sejumlah fitur wajah seperti bentuk mata, hidung, dan bibir dengan fitur dalam library Haar.

3.6 Feature Extraction

Pada proses *feature extraction*, citra wajah dikenali dengan menggunakan metode deteksi wajah (*face detection*) dan memotong bagian wajah yang terdeteksi. Kemudian, fitur wajah yang diambil dapat disimpan dalam bentuk vektor atau matrix.

3.7 Face Recognition

Melakukan tahap pengenalan wajah dengan membandingkan fitur wajah yang diambil dari gambar wajah dengan fitur wajah dalam database dengan menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbors* (*k-NN*) [15 - 16].

3.8 Presensi

Setelah wajah dikenali, sistem dapat melakukan absensi dengan memasukkan data waktu dan identitas wajah ke dalam database.

3.9 Output

Sistem mengeluarkan laporan absensi berdasarkan data yang disimpan dalam database ke dalam bentuk .csv

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 Hasil dan Pembahasan

No	Nama	Jumlah
1.	Angga Prima Syahputra_181220035	50
2.	Arya Sukma Putra Dwika_201220094	50
3.	Azrul Fathany_201220051	50
4.	Sutarti Dwi Yanti_201220085	50
5.	Dila Adellia_171220479	50
6.	Haikal Paderi_211230043	50
7.	M. Dwi Ramadhianto_201220045	50
8.	Reyhan_181220102	50
9.	Utin Siti Nur Fadillah_201220072	50
10.	Zulfan Ahmadi_181220110	50




4.1 Pengujian




Dalam proses pengujian, dataset yang sudah didaftarkan akan diterapkan pada sistem yang sudah dibangun untuk melihat tingkat akurasi pengenalan wajah yang dapat dicapai oleh sistem tersebut. Dengan melakukan pengujian pada beberapa data, akan dapat diketahui seberapa baik sistem dapat mengidentifikasi wajah yang ada dalam dataset tersebut. Nilai akurasi yang diperoleh akan menjadi indikator kualitas dari sistem pengenalan wajah dan membantu dalam menentukan area yang perlu ditingkatkan dalam sistem tersebut.

4.1.1 Pengujian Terhadap Satu Orang yang Ada di dalam Dataset

Pengujian pengenalan wajah dilakukan dengan menggunakan *webcam* sebagai sumber data untuk memperoleh gambar wajah. Dalam pengujian ini, beberapa posisi wajah yang berbeda-beda akan diuji untuk mengetahui seberapa baik sistem dapat mengidentifikasi wajah dalam berbagai situasi. Posisi wajah yang akan diuji dapat dilihat pada daftar yang sudah disediakan sebelum melakukan pengujian, dan akan diuji secara berkala untuk memastikan hasil yang akurat. Dengan melakukan pengujian pada berbagai posisi wajah, akan dapat diketahui seberapa baik sistem dapat mengidentifikasi wajah dalam situasi yang berbeda dan membantu dalam menentukan tingkat akurasi yang dapat dicapai oleh sistem.

Tabel 2. Pengujian Terhadap Satu Orang yang ada di dalam Dataset

No	Posisi dan Kondisi Wajah	Tampilan Hasil Pengenalan Wajah yang Ada di Dataset
1	Menghadap kamera	
2	Menghadap ke kanan	
3	Menghadap ke kiri	

No	Posisi dan Kondisi Wajah	Tampilan Hasil Pengenalan Wajah yang Ada di Dataset
4	Menghadap ke atas	
5	Menunduk	
6	Menggunakan Masker	

No	Posisi dan Kondisi Wajah	Tampilan Hasil Pengenalan Wajah yang Ada di Dataset
7	Menggunakan Kacamata	

4.1.2 Hasil Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda Untuk Satu Orang yang Ada di Dataset

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Posisi Wajah yang Berbeda-beda

No Percobaan	Posisi dan Kondisi Wajah	Output Sistem
1	Menghadap kamera	Dapat dikenali
2	Menghadap ke kanan	Dapat dikenali
3	Menghadap ke kiri	Dapat dikenali
4	Menghadap ke atas	Dapat dikenali
5	Menunduk	Dapat dikenali
Total Uji Coba		5
Benar		5
Salah		0

Untuk menghitung akurasi hasil pengujian, dapat menggunakan rumus sesuai dengan dibawah ini:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah hasil uji coba yang benar}}{\text{Total uji coba}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{5}{5} \times 100\%$$

Hasil pengujian pengenalan wajah pada satu orang yang ada dalam dataset dengan berbagai posisi wajah yang berbeda-beda menunjukkan nilai akurasi yang sangat baik, yakni sebesar 100%. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi wajah tersebut dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, tidak peduli dalam posisi wajah apapun. Hal ini sangat penting dalam pengembangan sistem pengenalan wajah, karena memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam berbagai situasi dan membantu meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

Nilai akurasi 100% yang diperoleh dari hasil pengujian ini sangat menggembirakan dan menunjukkan bahwa sistem sudah berhasil dalam mengidentifikasi wajah yang ada dalam dataset dengan sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah siap untuk digunakan dalam aplikasi nyata dan dapat memberikan hasil yang memuaskan bagi pengguna. Dengan mempertahankan tingkat akurasi yang tinggi, sistem ini dapat membantu dalam membuat keputusan yang akurat dan memberikan solusi yang efektif untuk berbagai masalah yang berhubungan dengan pengenalan wajah.

Saat dalam percobaan menggunakan masker dan kacamata, aplikasi tidak dapat mengenali dikarenakan metode *Haar Cascade* cara kerjanya mendeteksi garis wajah dan ini pun dapat menghindari kecurangan dalam penitipan absen oleh mahasiswa.

4.1.3 Hasil pengujian dari seluruh mahasiswa yang ada di dataset

Tabel 4. Hasil Pengujian dari seluruh mahasiswa yang ada di dataset

No	Nama	Testing 1	Testing 2
1.	Angga Prima Syahputra_181220035	Berhasil	Berhasil
2.	Arya Sukma Putra Dwika_201220094	Gagal	Berhasil
3.	Azrul Fathany_201220051	Berhasil	Berhasil
4.	Sutarti Dwi Yanti_201220085	Berhasil	Berhasil
5.	Dila Adellia_171220479	Berhasil	Berhasil
6.	Haikal Paderi_211230043	Berhasil	Berhasil
7.	M. Dwi Ramadhianto_201220045	Berhasil	Gagal
8.	Reyhan_181220102	Berhasil	Berhasil
9.	Utin Siti Nur Fadillah_201220072	Berhasil	Gagal
10.	Zulfan Ahmadi_181220110	Berhasil	Berhasil

Hasil dari pengujian akurasi pengenalan wajah pada tahap testing 1 menunjukkan bahwa sistem dapat mengidentifikasi seluruh mahasiswa yang ada dalam dataset dengan baik. Dalam testing 1, sistem berhasil mengidentifikasi 9 dari 10 mahasiswa dalam 10 kali percobaan yang dilakukan, menunjukkan bahwa tingkat akurasi sistem sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah berhasil dalam mengidentifikasi wajah yang ada dalam dataset dengan sangat baik dan memastikan bahwa sistem sudah siap digunakan dalam aplikasi.

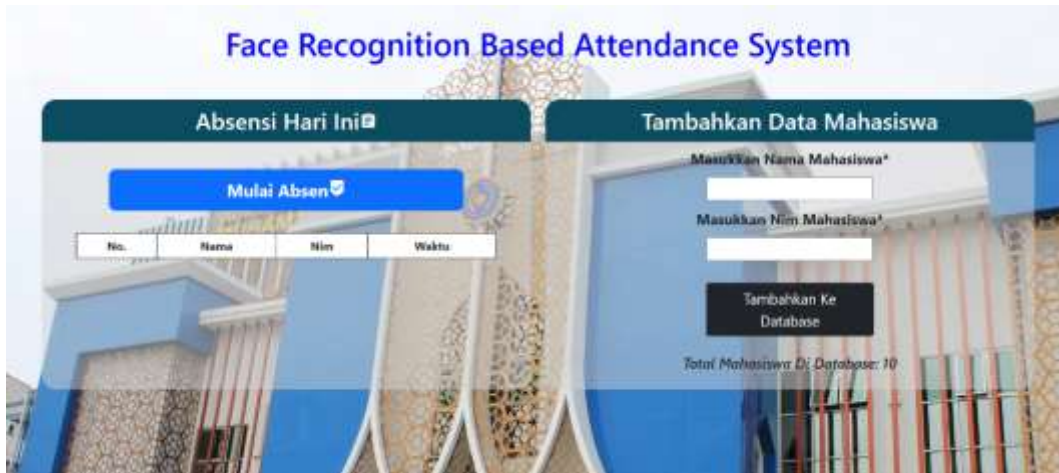
Pada tahap testing 2, hasil pengujian akurasi pengenalan wajah menunjukkan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi 8 dari 10 mahasiswa dalam 10 kali percobaan yang dilakukan. Meskipun tidak sebaik hasil testing 1, tetapi tingkat akurasi yang didapatkan pada testing 2 masih sangat memuaskan dan menunjukkan bahwa sistem sudah dapat bekerja dengan baik dalam situasi yang berbeda. Hasil dari kedua testing ini membantu dalam menentukan tingkat akurasi yang dapat dicapai oleh sistem dan memastikan bahwa sistem sudah siap digunakan dalam aplikasi.

Adapun tahapan pemrosesan pengenalan wajah sebagai berikut:

- 1) Proses *Haar Cascade*: Proses deteksi dilakukan dengan menggeser jendela berukuran tetap (sliding window) ke seluruh gambar dan menerapkan kumpulan filter Haar pada setiap jendela. Jika sebuah jendela menghasilkan respons positif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, maka jendela tersebut dianggap berpotensi berisi wajah dan dianalisis lebih lanjut. Salah satu tantangan dalam deteksi wajah adalah munculnya deteksi palsu (false positives). Untuk mengatasi masalah ini, Cascade Classifier memungkinkan kita untuk mengurangi jumlah deteksi palsu dengan menerapkan serangkaian filter dan aturan yang semakin ketat pada setiap tahap. Jika sebuah jendela tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka ia akan ditolak, mengurangi jumlah deteksi palsu.
- 2) Proses kerja KNN: KNN dapat menggunakan dua pendekatan berbeda untuk mengambil keputusan. Pertama, pendekatan majority voting, di mana label wajah yang paling sering muncul di antara K tetangga terdekat akan menjadi prediksi. Kedua, pendekatan weighted voting, di mana bobot diberikan kepada setiap tetangga tergantung pada jaraknya, dan prediksi dihitung sebagai rata-rata bobot dari label tetangga. Hasil deteksi adalah label yang diprediksi berdasarkan mayoritas suara atau bobot dari K tetangga terdekat. Jika mayoritas tetangga terdekat adalah wajah, maka wajah yang diuji akan dianggap sebagai wajah; jika mayoritas adalah bukan wajah, maka wajah yang diuji dianggap bukan wajah.

4.1.4 Tangkapan layar dari sistem yang telah dibangun

Aplikasi pengenalan wajah untuk absensi yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan HTML berbasis *Flask*. Sistem pengenalan wajah dibangun menggunakan *Python*, sedangkan halaman web dibuat menggunakan HTML dan diterapkan pada *framework Flask*.



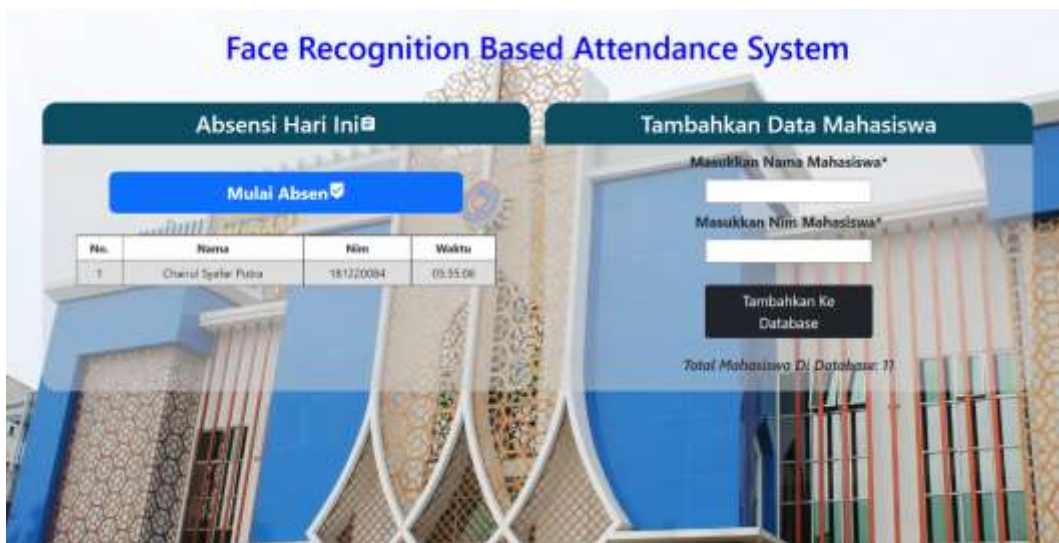
Gambar 2. Halaman Utama Sistem



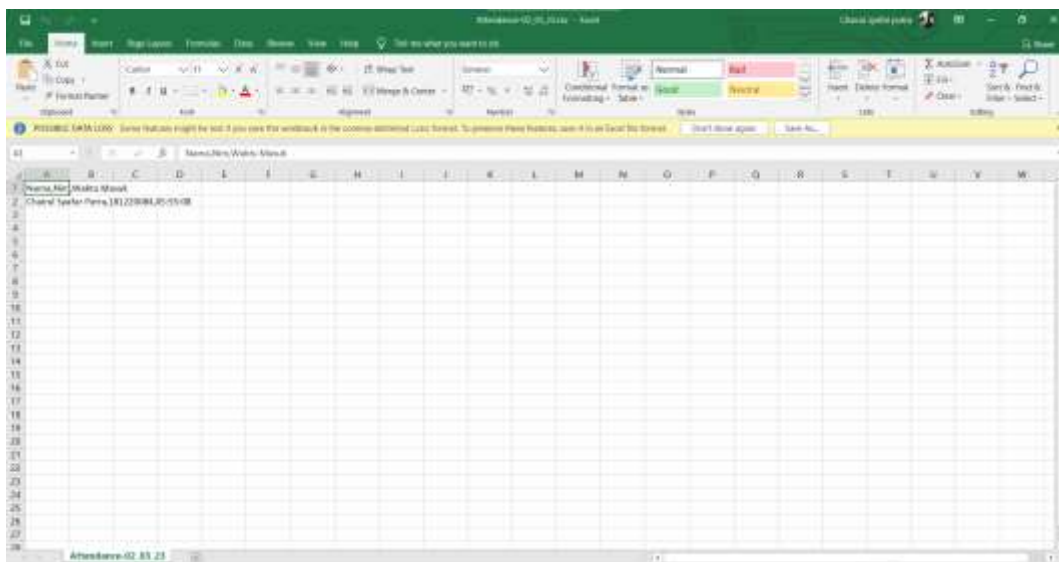
Gambar 3. Menambahkan wajah ke dataset



Gambar 4. Memulai presensi



Gambar 5. Presensi berhasil



Gambar 6. Presensi masuk ke dalam database

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengenalan wajah untuk absensi menggunakan metode Haar Cascade mampu mengidentifikasi wajah dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Hasil pengujian pada tahap testing 1 menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi 90% dari 10 data yang ada dalam dataset. Pada tahap testing 2, sistem juga mampu mengidentifikasi wajah dengan tingkat akurasi sebesar 80%. Dalam pengujian posisi wajah yang berbeda, sistem mampu mengidentifikasi dengan akurasi 100%.

Daftar Referensi

- [1] Budi, S. Suma'inna, and H. Maulana, "Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 166–175, 2018, doi: 10.15408/jti.v9i2.5608
- [2] P. Payal and M. M. Goyani, "A comprehensive study on face recognition: methods and challenges," *Imaging Sci. J.*, vol. 68, no. 2, pp. 114–127, 2020, doi: 10.1080/13682199.2020.1738741

- [3] B. Santoso and R. P. Kristianto, "Implementasi Penggunaan Opencv Pada Face Recognition Untuk Sistem Presensi Perkuliahan Mahasiswa," *Sistemasi*, vol. 9, no. 2, pp. 352, 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i2.822
- [4] I. K. S. Buana, "Penerapan Pengenalan Wajah Untuk Aplikasi Absensi dengan Metode Viola Jones dan Algoritam LBPH," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, pp. 1008, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3008
- [5] M. L. R. Chandra, B. V. Kumar, and B. Sureshbabu, "IoT enabled home with smart security," *2017 Int. Conf. Energy, Commun. Data Anal. Soft Comput. ICECDS 2017*, pp. 1193–1197, 2018, doi: 10.1109/ICECDS.2017.8389630
- [6] W. S. Pambudi and B. M. Simorangkir, "Facetracker menggunakan metode Haar Like Feature dan PID pada model simulasi," *J. Teknol. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 142–154, 2012
- [7] Z. Zou, Z. Shi, Y. Guo, and J. Ye, "Object Detection in 20 Years: A Survey," pp. 1–22, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1905.05055>
- [8] P. Elmer, A. Lupp, S. Sprenger, R. Thaler, and A. Uhl, "Exploring compression impact on face detection using haar-like features," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 9127, pp. 53–64, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-19665-7_5
- [9] W. Setiawan, "Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Face Features," *J. Ilm. SPEKTRUM*, vol. 3, no. 2, pp. 21–25, 2016
- [10] M. F. Sitorus, R. Fatharani, N. Fadhillah, T. Informatika, F. Teknik, and U. Samudra, "Sistem Deteksi Multi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier," vol. 1, no. 1, 2020
- [11] N. D. Mega Anjani, F. Farida, and M. Kurniawan, "Analisis Fitur Haar Menggunakan Algoritma Haar-Like Feature Pada Citra Kendaraan Bermotor," *Netw. Eng. Res. Oper.*, vol. 5, no. 2, pp. 124, 2020, doi: 10.21107/nero.v5i2.187
- [12] H. Mliki, S. Dammak, & E. Fendri, "An improved multi-scale face detection using convolutional neural network". *Signal, Image and Video Processing*, vol. 14, no. 7, pp. 1345-1353, 2020.
- [13] G. Guo, H. Wang, Y. Yan, "A fast face detection method via convolutional neural network". *Neurocomputing*, vol. 395, pp. 128-137, 2020.
- [14] W.K. Mutlag, S.K. Ali, Z.M. Aydam, "Feature extraction methods: a review. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1591, No. 1, p. 012028, IOP Publishing, 2020.
- [15] I.W.A. Purnawibawa, I.N. Purnama, & I.N.Y.A. Wijaya, "Komparasi Algoritme K-Nearest Neighbors Dan Support Vector Machines Dalam Prediksi Layanan Produk ICONNET". *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 18, no. 2, pp. 271-282, 2022.
- [16] I. Setiaji, & V. Lusiana, "Uji akurasi Metode KNN dan Citra HSI dalam Mengklasifikasi Batik Solo Berdasarkan Motif". *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 12, no. 3, pp. 1013-1024, 2023.