

IDENTIFIKASI PENGENALAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN METODE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)

Sapriani Gustina^{*1}, Aan Gunadi², Landung Sudarmana³

^{1,2,3}Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

e-mail : ^{*1}sagustina@up45.ac.id, ²21450410036@student.up45.ac.id, ³willerkasani@gmail.com

Penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi citra wajah berbasis metode Principal Component Analysis (PCA) untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pengenalan wajah. Metode PCA dipilih karena kemampuannya dalam mereduksi dimensi data citra tanpa menghilangkan informasi penting, sehingga mempermudah ekstraksi fitur utama wajah. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dataset sebanyak 150 gambar wajah dari 10 individu, masing-masing memiliki 15 pose dengan variasi sudut dan pencahayaan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data citra wajah, pre-processing berupa cropping, resize, dan segmentasi citra, serta implementasi algoritma PCA. Hasil yang didapatkan menunjukkan sistem mampu mencapai tingkat akurasi sampai dengan 100% pada data latih dan 96% pada data uji, dalam mengidentifikasi wajah pada berbagai kondisi, seperti variasi sudut dan pencahayaan. Sistem ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengenalan wajah berbasis biometrik.

Kata Kunci: Pengolahan citra, Principal Component Analysis (PCA), Pengenalan wajah, Biometrik..

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini terutama bidang pengolahan citra dan kecerdasan buatan dapat menjadi peluang besar bagi aplikasi pengenalan wajah, yang kini digunakan dalam berbagai sektor, seperti keamanan, manajemen akses, serta analisis perilaku [1]. Salah satu tantangan utama dalam sistem pengenalan wajah adalah keakuratan dalam mengenali wajah seseorang. Pengenalan wajah memberikan keunggulan dibandingkan metode otentikasi tradisional seperti penggunaan kata sandi. Kepraktisan dan efektivitas teknologi ini menjadi alasan utama mengapa banyak sektor beralih pada teknologi pengenalan wajah untuk kebutuhan identifikasi [2].

Pada umumnya, terdapat dua jenis sistem pengenalan citra wajah, yaitu sistem berbasis fitur dan sistem berbasis gambar [3]. Pada sistem berbasis fitur digunakan fitur yang mengekstraksi dari komponen citra wajah seperti hidung, mata dan mulut yang kemudian hubungan antara fitur-fitur tersebut dimodelkan secara geometris. Sedangkan sistem berbasis gambar memanfaatkan data

asli dari piksel gambar untuk selanjutnya diolah dengan pendekatan khusus [4].

Dalam pengenalan wajah salah satu metode yang digunakan adalah *Principal Component Analysis* (PCA). PCA merupakan teknik statistik yang efektif untuk mengurangi dimensi data tanpa kehilangan informasi signifikan [5]. Dalam konteks pengenalan wajah, PCA digunakan untuk mengekstraksi fitur utama yang membedakan satu wajah dari yang lain, menjadikannya alat yang efisien dalam proses klasifikasi citra wajah [6]. Dengan mengekstraksi komponen utama, PCA mengurangi kompleksitas data wajah dan memfasilitasi proses pengenalan wajah dengan lebih cepat dan akurat. Metode ini mampu memberikan hasil yang efektif dalam berbagai penelitian menurut Indah sari dkk, dalam jurnalnya menerangkan PCA merupakan metode berbasis penampilan yang dapat digunakan untuk mereduksi dimensi dari sekumpulan atau ruang citra sehingga basis atau koordinat yang baru dapat menggambarkan model yang dapat mengimplementasikan algoritma PCA yang dilakukan berhasil mengintegrasikan pendeteksian dan pengenalan wajah ke dalam sistem kehadiran [7].

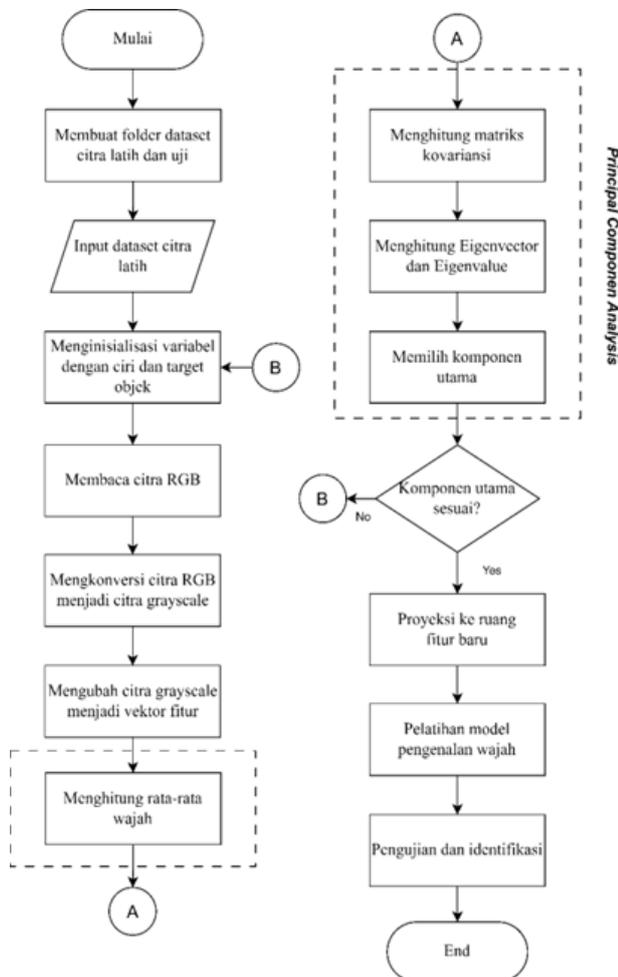
Dalam mengolah wajah pada gambar, umumnya setiap gambar memiliki dimensi yang sangat besar, sehingga diperlukan sumber daya komputasi yang melimpah untuk prosesnya [8]. PCA membantu menyelesaikan masalah ini dengan mereduksi dimensi data, sehingga menjaga ciri-ciri utama yang paling penting, seperti pola geometris dan tekstur wajah. PCA memiliki keunggulan dibanding metode lain seperti CNN, KNN, atau Backpropagation karena faktor efisiensi dan kesederhanaannya. Berbeda seperti CNN yang memerlukan data dalam jumlah besar dan komputasi yang intensif, PCA dapat bekerja dengan baik bahkan pada dataset kecil, menjadikannya pilihan yang lebih ekonomis dan praktis. PCA memiliki sifat linier yang membuat lebih cepat dan lebih mudah dipahami daripada metode yang kompleks seperti Backpropagation, yang memerlukan banyak parameter dan rawan terjadi overfitting. PCA diunggulkan daripada KNN dalam menangani dimensi tinggi karena KNN cenderung mengalami penurunan akurasi saat berurusan dengan data yang memiliki dimensi yang besar [9]. Namun, terlepas dari keunggulannya, penggunaan PCA juga memiliki keterbatasan. PCA cenderung sensitive terhadap kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, yang dapat mempengaruhi akurasi sistem pengenalan wajah [10]. Meskipun demikian, metode ini

masih banyak digunakan dan terus disempurnakan untuk mengatasi berbagai perkembangan.

Sehingga, Tujuan penelitian ini untuk mengeksplorasi lebih dalam tentang efektivitas metode PCA dalam pengenalan wajah agar dapat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan yang tidak sempurna [11]. Ketergantungan PCA pada kondisi pencahayaan dan posisi wajah menjadi tantangan signifikan dalam mencapai akurasi yang ideal [12]. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan evaluasi metode PCA dalam pengenalan wajah dengan mempertimbangkan kondisi variabel seperti pencahayaan dan sudut pengambilan gambar.

II. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian yang dilakukan menggunakan metodologi dengan beberapa tahapan. Seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Dataset

Dataset merupakan citra RGB wajah manusia dari 10 orang individu, di lingkungan Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta, Menggunakan total 150 gambar wajah dari masing-masing individu memiliki 15 pose gambar di bagi menjadi 100 gambar untuk data latih dan 50 gambar untuk data uji, Contoh sampel data individu citra wajah yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dataset Citra

B. Preprocessing

Preprocessing dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga mudah untuk diinterpretasikan oleh manusia atau mesin komputer. 150 data citra wajah manusia pada penelitian ini semuanya dilakukan proses preprocessing, yaitu : cropping, resize dan segmentasi citra.

1) Cropping dan Resize

150 data citra wajah manusia pada penelitian ini semula berukuran 2992 x 4000 piksel dilakukan preprocessing pemotongan citra dan perubahan ukuran gambar citra menjadi berukuran 256x256 piksel, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Cropping dan Resize Citra

2) Segmentasi Citra

Citra wajah manusia hasil cropping dan resize dilakukan pemisahan objek dengan latar belakang yang terdapat dalam sebuah citra. Proses segmentasi dilakukan pada setiap objek citra yang diambil secara individu untuk dapat digunakan sebagai masukan bagi proses lain. Segmentasi citra dilakukan secara partial segmentation. Proses segmentasi citra dilakukan secara otomatis memanfaatkan website open source remove.bg seperti gambar 4.



Gambar 4. Segmentasi Citra

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan software Matlab untuk pengolahan citra dimulai dengan menginisialisasi variabel yang diperlukan untuk mengolah data latih. Pada tahap ini, program mendefinisikan lokasi folder tempat gambar-

D. Pengujian

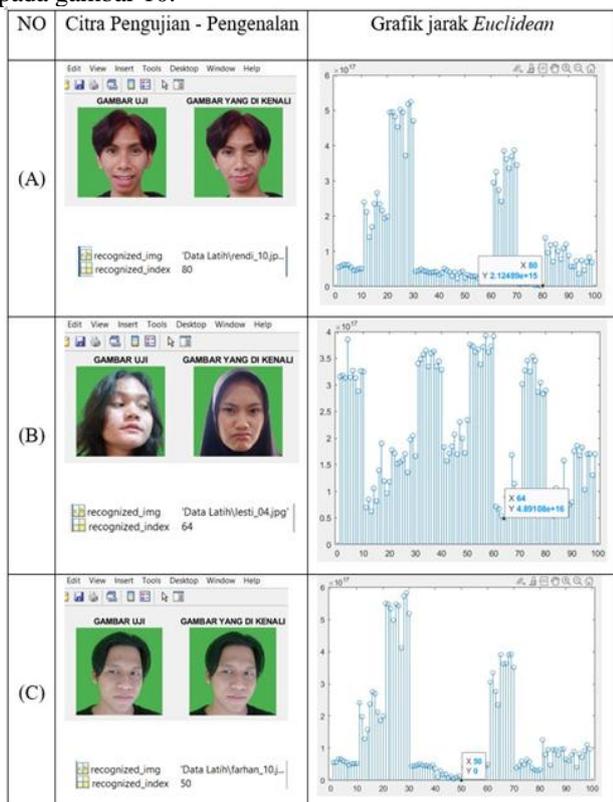
Proses Pengujian citra wajah dilakukan dengan membandingkan jarak antara bobot citra yang diuji dan bobot masing-masing citra latih

$\epsilon^2 = \|\Omega_{test} - \Omega_{train}\|^2$ dalam ruang wajah. Langkah ini melibatkan penentuan jarak terkecil dengan menggunakan metode *Euclidean Distance*. Ketika jarak minimum telah ditemukan, nilai tersebut dibandingkan dengan *threshold* (θ) untuk menentukan apakah citra uji berhasil dikenali atau tidak berhasil dikenali.

Nilai *threshold* ditentukan berdasarkan jarak maksimum yang telah dikalikan dengan nilai indeks tertentu. Jarak maksimum diperoleh dari indeks citra uji paling terakhir. Dalam penelitian ini indeks paling terakhir yaitu memperoleh jarak maksimum $4,6553 \times 10^{17}$ dan indeks yang digunakan sebesar 0,1 sehingga nilai *threshold* yang didapat adalah sebagai berikut.

$$\theta = 0,1 \times 4,6553 \times 10^{17} = 4,6553 \times 10^{16}$$

Apabila jarak minimum citra uji lebih kecil dari *threshold* (θ), citra tersebut dianggap cocok dengan salah satu citra pelatihan dan citra pelatihan yang sesuai akan ditampilkan. Namun, jika jarak minimum citra uji lebih besar dari *threshold* (θ), maka citra uji dianggap tidak dikenali atau memunculkan gambar orang yang berbeda. Berikut adalah salah satu contoh dalam pengujiannya menggunakan metode *euclidean distance* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Proses Pengujian Pengenalan Menggunakan Metode Euclidean Distance

Citra pengujian pada point (A) memiliki nilai jarak *Euclidean* minimum sebesar $2,1248 \times 10^{15}$ (berada pada indeks ke-80), yang lebih kecil dari nilai *threshold*. Oleh karena itu, citra point (A) dikenali sebagai citra yang sesuai dengan indeks ke-80 dalam *database* citra pelatihan. Selain itu, citra point (A) juga memiliki

kedekatan dengan citra pada indeks ke-71, 72, 73 dan ke-80 karena keduanya merupakan gambar dari individu yang sama. Sebaliknya, citra ini memiliki jarak paling jauh dengan citra pada indeks ke-29.

Sedangkan pada citra pengujian point (B) memiliki jarak *Euclidean* minimum sebesar $4,8910 \times 10^{16}$ (berada pada indeks ke-64), yang merupakan lebih besar dari nilai *threshold* (θ) yaitu, $4,6553 \times 10^{16} < 4,8910 \times 10^{16}$ maka citra point (B) tidak dikenali atau memproses wajah seseorang yang berbeda pada indeks ke-64 dalam *database* citra pelatihan. Masalah ini mungkin dikarenakan oleh pencahayaan atau kontas yang terlalu menonjol (*noise*) pada sebuah gambar citra.

Kemudian pada citra pengujian point (C) merupakan percobaan pengujian menggunakan data citra yang pernah di proyeksikan pada data latih, menghasilkan jarak *Euclidean* minimum 0 (berada pada indeks ke-50), mengapa menghasilkan nilai 0, dikarenakan citra uji sebelumnya sudah pernah di proyeksikan pada data latih, sehingga tidak memiliki jarak *Euclidean* atau tidak ada citra yang di perbandingkan atau di persamakan.

E. Pengembangan GUI

Pengembangan antarmuka berbasis *Graphical User Interface* (GUI) yang dapat digunakan pengguna dalam mengoperasikan sistem. GUI dirancang untuk menampilkan hasil pengenalan wajah secara visual dan menyediakan fitur pemilihan citra uji. Dengan GUI ini, pengguna dapat mengakses hasil identifikasi dengan lebih mudah. Dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. GUI Pengolahan Citra PCA

Tahap ini merupakan proses pembangunan aplikasi berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya, sekaligus pengujian aplikasi untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

F. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan sebanyak 50 kali percobaan pengujian citra wajah menyesuaikan dengan ketersediaan dataset citra pengujian yang telah di tentukan pada *database*. Berikut hasil pengujian citra pada 50 wajah seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian yang dilakukan

No	Nama Objek	Jumlah Citra	Benar	Salah
1	Aan Gunadi	5	5	0
2	Anisah Azizah B.	5	4	1
3	Chincio Putri S.	5	4	1
4	Deni Mustofa	5	5	0

No	Nama Objek	Jumlah Citra	Benar	Salah
5	Farhan Kholik	5	5	0
6	Choirul Huda	5	5	0
7	Lesti Oktasari	5	5	0
8	Rendy Otzu	5	5	0
9	Silvia Adetia	5	5	0
10	Suratmi	5	5	0
Jumlah		50	48	2
TOTAL BENAR = 48				

$$akurasi (\%) = \frac{\text{jumlah benar}}{\text{total}} \times 100\% = \frac{48}{50} \times 100\% = 96\%$$

Sistem pengenalan wajah yang telah dikembangkan memiliki tingkat akurasi pengujian sebesar 96%. Salah satu faktor yang memengaruhi hasil pengenalan, seperti yang terlihat pada gambar No. 9 dan 14, memiliki jarak *Euclidean* minimum sebesar $4,8910 \times 10^{16}$, yang lebih besar dari nilai *threshold* $4,6553 \times 10^{16}$, sehingga citra tersebut masih dapat dikenali. Namun, menampilkan wajah seseorang yang berbeda, hasil identifikasi menjadi kurang akurat. Berdasarkan hal ini, Hasil dari sistem pengenalan wajah ini menunjukkan bahwa model dapat mengenali sebagian besar data latih dengan benar.

IV. KESIMPULAN

Akurasi yang didapatkan sebesar 96% dari Sistem Pengnalan Wajah. Hal ini menunjukkan bahwa PCA mampu memberikan hasil yang cukup baik dalam mengenali wajah pada database pelatihan. Namun, terdapat kendala pada citra uji yang sebagian fitur wajahnya *noise* pencahayaan atau kontras, yang menyebabkan hasil pengenalan kurang tepat. Sebagai upaya tindak lanjut, agar sistem dapat mengenali wajah dengan lebih baik, sebaiknya dataset pelatihan diperluas dengan berbagai variasi posisi, pencahayaan, ekspresi wajah, dan objek yang mungkin menutupi sebagian wajah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih atas dukungan dari LPPM Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta dalam segala bentuk dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Satrio, Sorikhi, and Fathulloh, "Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis (Pca) Dan Eigen Face," J. Inform. dan Riset(IRIS).
- [2] M. R. Muliawan, B. Irawan, and Y. Brianorman, "Metode Eigenface Pada Sistem Absensi," J. Coding, vol. 03, no. 1, 2015.
- [3] T. Susim and C. Darujati, "Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan Opencv," J. Syntax Admiration, vol. 2, no. 3, pp. 534–545, 2021.
- [4] C. H. Pratomo and W. Andriyani, "Mushroom Image Classification Using C4.5 Algorithm," J. Intell. Softw. Syst., vol. 2, no. 1, pp. 17–19, Jul. 2023, doi: 10.26798/jiss.v2i1.123.
- [5] A. D. Krismawan and E. H. Rachmawanto, "Principal Component Analysis (Pca) Dan K-Nearest Neighbor (Knn) Dalam Deteksi Masker Pada Wajah," Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol., vol. 12, no. 1, pp. 382–389, 2022.
- [6] S. Subiyanto, D. Priliyana, M. E. Riyadani, N. Iksan, and H. Wibawanto, "Face recognition system with PCA-GA algorithm for smart home door security using Raspberry Pi," J. Teknol. dan Sist. Komput., vol. 8, no. 3, pp. 210–216, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13590.
- [7] I. P. Sari, F. Ramadhani, A. Satria, and D. Apdilah, "Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones," J. Ilmu Komput., 2023.
- [8] R. Kosasih, "Pengenalan Wajah Menggunakan PCA dengan Memperhatikan Jumlah Data Latih dan Vektor Eigen," Inform. Univ. Pamulang, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [9] A. R. Syakhala, D. Puspitaningrum, and E. P. Purwandari, "Perbandingan Metode Principal Component Analysis (Pca) Dengan Metode Hidden Markov Model (Hmm) Dalam Pengenalan Identitas Seseorang Melalui Wajah," J. Rekursif, vol. 3, no. 2, pp. 68–81, 2015.
- [10] M. Artayasa, P. G. Budiarta, and G. Yugus, "Ekspresi Wajah Potret Diri Sebagai Sumber IdePenciptaan Seni Lukis," Cita Kara, vol. 4, no. 2, pp. 150–158, 2024.
- [11] A. Mutasil, M. Irsan, and D. Sujana, "Pengenalan Wajah Menggunakan OpenCV Untuk Validasi Peserta Ujian Penerimaan Mahasiswa Baru," Sist. Komput. dan Kecerdasan Buatan, vol. 5, no. September, pp. 21–28, 2021.
- [12] F. Sarasati, E. Firasari, and F. L. D. Cahyanti, "Implementasi Metode Principal Component Analysis untuk Sistem Pengenalan Wajah," J. Infortech, vol. 3, no. 2, 2021.