

SISTEM PENGENALAN WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN ALGORITMA VIOLA-JONES DAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

MAHARDIYAN ARIS PRASTYA

Teknik Informatika, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia
e-mail : mahardian-a@student.umaha.ac.id

ABSTRAK

Pengenalan wajah manusia dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan perangkat komputer dengan memasukkan algoritma tertentu dalam pemrosesannya. Algoritma yang bisa digunakan dalam melakukan pengenalan dan pencocokan ciri wajah salah satunya adalah Principal Component Analysis. Namun, untuk mendeteksi apakah dalam suatu citra terdapat wajah manusia atau tidak, digunakan algoritma Viola Jones. Studi kasus dilakukan dengan menggunakan sampel wajah mahasiswa pada Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo untuk mengetahui tingkat akurasi sistem pengenalan wajah menggunakan algoritma Viola-Jones dan PCA. Sistem pengenalan wajah ini disusun dan dirancang menggunakan aplikasi MATLAB R2016A. Dalam membuat sistem pengenalan wajah dilakukan proses pelatihan dan pengujian. Pada studi kasus ini, tingkat akurasi sistem pengenalan wajah manusia ini mencapai hasil yang cukup akurat, yakni mencapai 87,5%.

Kata kunci: face detection, principal component analysis, viola jones

PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi pengenalan ciri manusia semakin banyak dikembangkan. Pengembangan dilakukan antara lain pada sistem pengenalan biometrik, sistem ini dapat berupa pencarian dan penyimpanan pada database citra dan video digital, dapat juga dimanfaatkan sebagai sistem keamanan untuk memiliki hak kontrol akses area terbatas, video conference, dan interaksi manusia dengan komputer. Dalam penelitian pemrosesan wajah (*face processing*), pendeteksian wajah (*face detection*) merupakan suatu tahap awal yang tidak bisa dilewatkan dalam suatu proses pengenalan wajah (*face recognition*). Pada dasarnya pengenalan wajah dalam komputer merupakan sebuah proses dimana terjadi pencocokan wajah pada suatu gambar dengan wajah yang telah terindeks dalam database sistem. Ketika proses terjadi dan ditemukan kesamaan sesuai dengan gambar yang di uji, maka terjadi proses autentikasi wajah (*face authentication*) [1].

Penelitian lain yang memiliki keterkaitan dengan pemrosesan wajah tidak lain adalah lokalisasi wajah (*face localization*) yang merupakan pendeteksian wajah dengan menganggap suatu citra hanya memiliki satu wajah, pencarian wajah (*face tracking*) digunakan untuk menghitung dan menentukan keberadaan wajah seseorang dalam suatu video secara real time, dan pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*) adalah untuk mengenali emosi yang ditampilkan pada wajah manusia.

Pada dasarnya wajah setiap orang memiliki pola yang dapat dicocokkan dengan pola tertentu untuk dikenali dalam sistem yang sedang berjalan. Oleh karena itu, untuk mengenali pola wajah manusia, beberapa tahapan harus dilalui untuk mengenalinya, termasuk 1) akuisisi dan *pre-processing* data, akuisisi data adalah kegiatan yang terkait dengan proses pengambilan gambar menjadi gambar digital, misalnya dengan menggunakan kamera digital dan pemindai, dan pra-pemrosesan adalah proses pembuatan gambar yang memiliki kriteria tertentu yang dimaksudkan untuk dicapai untuk melanjutkan pemrosesan. *Pre-Processing* gambar memiliki tahapan seperti *cropping*, *resizing*, dan *grayscale* untuk membuat gambar memiliki batasan dalam pemrosesan 2) Representasi data adalah representasi fitur yang diekstraksi dan dipilih dari gambar untuk mengurangi intensitas dimensi data. Teknik representasi data statistik umumnya dilakukan dengan mengekstraksi fitur dan 3) Pengambilan keputusan, adalah tahap untuk mengklasifikasikan dengan mengukur persamaan data yang digunakan untuk menguji hasil representasi data dalam database dengan menggunakan *Euclydian Distance*, jarak antara dua vektor, koefisien korelasi dan sebagainya [2].

Dalam studi pengenalan wajah sebelumnya, variasi dibuat menggunakan *eigenfaces* untuk memecahkan masalah dalam pengenalan gambar *real-time* [3]. Dalam penelitian lain, algoritma *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) diimplementasikan ke dalam sistem pengenalan wajah menggunakan

MATLAB dan kinerja ditentukan dalam hal akurasi pengenalan dan waktu eksekusi. Eksperimen dilakukan dalam kondisi yang berbeda, dengan memvariasikan dataset gambar input dan juga dengan memvariasikan parameter algoritma individu [4]. Pada kedua penelitian tersebut diperoleh hasil pengenalan wajah dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Berdasarkan pada latar belakang dan penelitian sebelumnya mengenai pengenalan wajah, penelitian ini disusun dengan tujuan untuk membuat suatu sistem pengenalan wajah manusia pada citra digital dengan studi kasus di UMAHA Sidoarjo. Algoritma *Viola-Jones* dan *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mengenali identitas mahasiswa. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bahwa proses pengenalan wajah manusia dapat dilakukan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang baik.

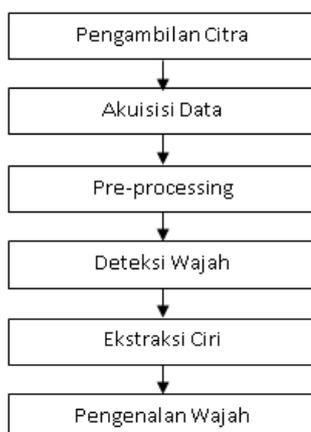
METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Pada penelitian ini data citra wajah diakuisisi dengan menggunakan kamera DSLR. Data yang digunakan merupakan citra RGB dengan format *.jpg. Data diperoleh dengan cara mengakuisisi citra terhadap mahasiswa UMAHA. Data kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu sebagai data latih dan data uji.

Alur Penelitian

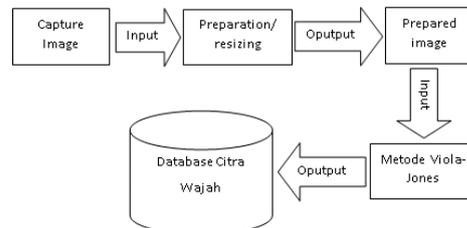
Penelitian pengenalan wajah terdiri dari beberapa tahapan antara lain adalah akuisisi data, pre-processing, deteksi wajah, ekstraksi ciri, dan pengenalan wajah. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Sistem Pengenalan Wajah

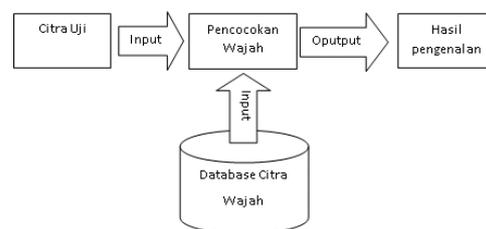
Proses pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera DSLR yang kemudian dilakukan akuisisi agar dapat diolah menjadi database citra wajah. Citra yang diakuisisi

merupakan citra wajah mahasiswa di UMAHA Sidoarjo. *Pre-processing* yang dilakukan adalah berupa proses *resizing* untuk memperkecil ukuran citra sehingga dapat mempercepat waktu proses komputasi. Kemudian dilanjutkan dengan proses deteksi wajah dengan menggunakan algoritma *viola-jones*. Setelah wajah berhasil dideteksi, dilanjutkan dengan proses ekstraksi ciri berupa data vector dan akan menjadi database citra wajah. Adapun urutan tahap Pre-Processing dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir Pre-Processing Image

Sedangkan ilustrasi dari alir sistem pengenalan wajah ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur sistem pengenalan wajah

Berdasarkan dari proses-proses yang ada pada diagram alir tersebut, maka dapat diketahui untuk melakukan pembuatan sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *Viola-Jones* dan *Principal Component Analysis* (PCA) terdapat beberapa proses yang harus dikerjakan, diantaranya adalah:

1. Capture Image

Capture Image adalah proses awal dari pembuatan sistem pengenalan wajah. *Capture Image* dilakukan menggunakan kamera DSLR untuk mendapatkan gambar dengan resolusi yang tinggi agar terlihat jelas. Citra yang dihasilkan adalah citra RGB yang menggunakan format .jpg. Citra dari hasil proses *Capture Image* ini, kemudian dilakukan proses pengenalan menggunakan metode *Viola-Jones* untuk mengenali wajah manusia yang terdapat dalam citra tersebut.

2. Pre-Processing

Pre-Processing adalah proses dimana citra asli yang telah diambil menggunakan kamera DSLR diolah sebelum dilakukan proses penggunaan metode *Viola-Jones*. Proses ini bisa dibilib sebagai proses awal untuk melakukan pendeteksian wajah dari suatu citra. Proses ini

dilakukan guna mendapatkan citra yang dapat diolah sebagai data untuk dimasukkan dalam *database*. Terdapat beberapa proses yang dilakukan dalam tahap ini. Proses-proses tersebut meliputi *cropping*, *resizing*, *grayscale*, binerisasi citra, dan *face detection*.

a. *Cropping*

Cropping adalah proses dimana dilakukan beberapa pemotongan pada gambar untuk mendapatkan gambar wajah secara utuh. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan citra wajah secara utuh, agar dapat dikenali dengan jelas ciri-ciri wajahnya. Gambar akan dipotong di beberapa sisi, dan menyisakan bagian citra wajah pada gambar tersebut. Setelah proses ini selesai, akan dilakukan tahap berikutnya, yaitu *resizing*.

b. *Resizing*

Resizing adalah proses dimana resolusi gambar diturunkan pada angka tertentu, guna mendapatkan resolusi yang diinginkan. Dalam tahap ini ukuran data gambar bisa diperkecil/diperbesar sesuai dengan kebutuhan. Apabila gambar memiliki ukuran yang terlalu besar, maka proses berjalannya aplikasi akan berat, dan akan mengakibatkan diperlukannya waktu pengolahan yang cukup lama. Sedangkan, jika gambar memiliki resolusi yang rendah maka akan terjadi kemungkinan pendeteksian yang kurang akurat.

c. *Grayscale*

Pada tahap ini, konversi warna dilakukan pada gambar. Gambar asli dalam format warna RGB akan dikonversi ke gambar *grayscale*. *Grayscale* itu sendiri adalah gambar dengan komposisi warna abu-abu dan putih. Proses ini akan menghapus semua informasi warna, hanya menyisakan cahaya per piksel. Karena gambar digital yang ditampilkan menggunakan kombinasi merah, hijau, dan biru (RGB), setiap piksel memiliki tiga nilai pencahayaan yang terpisah. Oleh karena itu, ketiga nilai ini harus digabungkan menjadi satu nilai untuk memfasilitasi sistem dalam proses binerisasi gambar.

d. Binerisasi citra

Setelah gambar mengalami proses *grayscale*, langkah selanjutnya adalah melakukan proses binerisasi, untuk menghasilkan gambar hanya berwarna hitam dan putih. Gambar hitam dan putih adalah gambar hanya dua warna, hitam dan putih, tidak ada warna lain. Gambar hitam dan putih ini mirip dengan gambar *grayscale*, yang merupakan gambar abu-abu dan putih. Perbedaannya adalah bahwa gambar biner adalah gambar di mana piksel hanya memiliki dua nilai skala abu-abu, yaitu hitam dan putih.

Pixel (elemen gambar) dari objek akan bernilai 1 sedangkan piksel latar belakang akan bernilai 0. Saat menampilkan 0 gambar berwarna putih dan 1 untuk hitam. Proses ini diperlukan untuk menganalisis fitur gambar wajah menggunakan metode *Viola-Jones*.

e. Face-Detection

Tahap akhir dalam proses *pre-processing*, sebelum data masuk ke dalam *database* citra wajah, adalah proses *face detection*. Dalam proses ini, citra hasil olahan akan diproses menggunakan metode *Viola-Jones* untuk diketahui ciri-ciri dari sebuah wajah manusia. Setelah citra diolah, dan diketahui ciri-ciri wajahnya, maka citra tersebut akan menjadi *database* citra wajah manusia.

f. Metode *Viola-Jones*

Viola-Jones merupakan metode algoritma untuk mendeteksi keberadaan wajah manusia dalam suatu citra. Pendeteksian ini berdasarkan ekstraksi ciri wajah manusia. Algoritma *Viola-Jones* berfungsi untuk mengenali ciri-ciri dari suatu objek dimana objek yang akan dikenali adalah wajah manusia. Penggunaan metode ini dilakukan setelah citra melalui proses *pre-processing*.

3. Deteksi Ciri Wajah

Berdasarkan hasil citra yang telah *pre-processing*, sistem akan melakukan pendeteksian ciri wajah pada citra tersebut. Sistem akan melakukan pengolahan untuk mengenali ciri dari wajah yang terdeteksi. Pada proses pendeteksian ini sistem menggunakan metode *Viola-Jones* sebagai metode untuk mengetahui ciri-ciri dari wajah manusia.

a. Database Citra Wajah

Setelah proses pendeteksian wajah dengan metode *Viola-Jones*, maka wajah akan terdeteksi beserta ciri-ciri tiap wajahnya. Wajah yang terdeteksi inilah yang dimasukkan ke dalam *database* sebagai dasar dalam melakukan pengenalan wajah. *Database* citra wajah digunakan sebagai acuan proses pengenalan wajah. Hasil pengenalan akan menunjukkan identitas pemilik wajah sesuai dengan data yang ada pada *database* citra.

b. Pengujian Citra

Proses ini merupakan proses untuk mengenali setiap wajah yang terdapat pada citra yang telah diambil. Pada proses pengujian citra yang diambil akan dicocokkan dengan citra wajah yang terdapat pada *database*.

c. Pencocokan wajah

Proses Pencocokan wajah adalah proses untuk mencocokkan wajah yang diambil dari



Gambar 4. Sampel foto wajah pada proses pelatihan

setiap mahasiswa dan dicocokkan dengan citra wajah yang ada pada database.

d. Hasil pengenalan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari proses sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *Viola-Jones* dan *Principal Component Analysis* (PCA). Pada tahap ini, citra wajah yang diuji akan menunjukkan identitas siswa ketika citra wajah tersebut memiliki kesamaan ciri wajah sesuai dengan yang terdapat pada database citra wajah. Namun, apabila citra tersebut tidak memiliki kecocokan, maka sistem akan menunjukkan hasil tidak dikenali terhadap citra wajah yang diujikan

Pengukuran Akurasi Sistem

Untuk melakukan evaluasi pada pengembangan aplikasi ada beberapa aspek yang diperhatikan oleh penulis. Evaluasi pertama adalah terhadap akurasi yang diberikan oleh sistem. Untuk perhitungan akurasi dapat menggunakan persamaan (1).

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Hasil\ Uji\ Coba\ Yang\ Benar}{Total\ Uji\ Coba} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) tersebut, maka akan diketahui tingkat akurasi dari penggunaan metode *Viola-Jones* dan *Principal Component Analysis* dalam proses pendeteksian wajah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Proses pelatihan sistem pengenalan wajah menggunakan foto mahasiswa UMAHA Sidoarjo. Foto-foto kemudian diakuisisi dan digunakan sebagai database sistem pengenalan wajah. Sampel wajah mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 4.

Foto yang telah diambil kemudian diolah menggunakan algoritma *Viola-Jones*. Salah satu tampilan hasil proses deteksi wajah menggunakan algoritma *Viola Jones* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan hasil proses deteksi wajah

Proses selanjutnya adalah proses normalisasi. Proses normalisasi berupa tahapan *cropping*, *resizing*, dan *grayscale*. Proses ini bertujuan untuk memudahkan penyimpanan gambar pada database citra. Hasil proses normalisasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1, Gambar pada kolom (a) adalah hasil *cropping* yang telah terdeteksi wajah manusia dari citra tersebut. Pada kolom (b) adalah proses *resizing* dari citra (a) dengan ukuran citra 100 x 100. Kemudian gambar dirubah kedalam format *grayscale* seperti yang bisa dilihat pada kolom (c)

Hasil dari normalisasi foto setiap mahasiswa tersebut kemudian dijadikan sebagai *database* sistem pengenalan wajah ini.

Tabel 1. Sampel citra hasil normalisasi

| No | Sampel | (a) | (b) | (c) |
|----|-----------|-----|-----|-----|
| 1 | Sampel 1 | | | |
| 2 | Sampel 2 | | | |
| 3 | Sampel 3 | | | |
| 4 | Sampel 4 | | | |
| 5 | Sampel 5 | | | |
| 6 | Sampel 6 | | | |
| 7 | Sampel 7 | | | |
| 8 | Sampel 8 | | | |
| 9 | Sampel 9 | | | |
| 10 | Sampel 10 | | | |

Pengujian Data

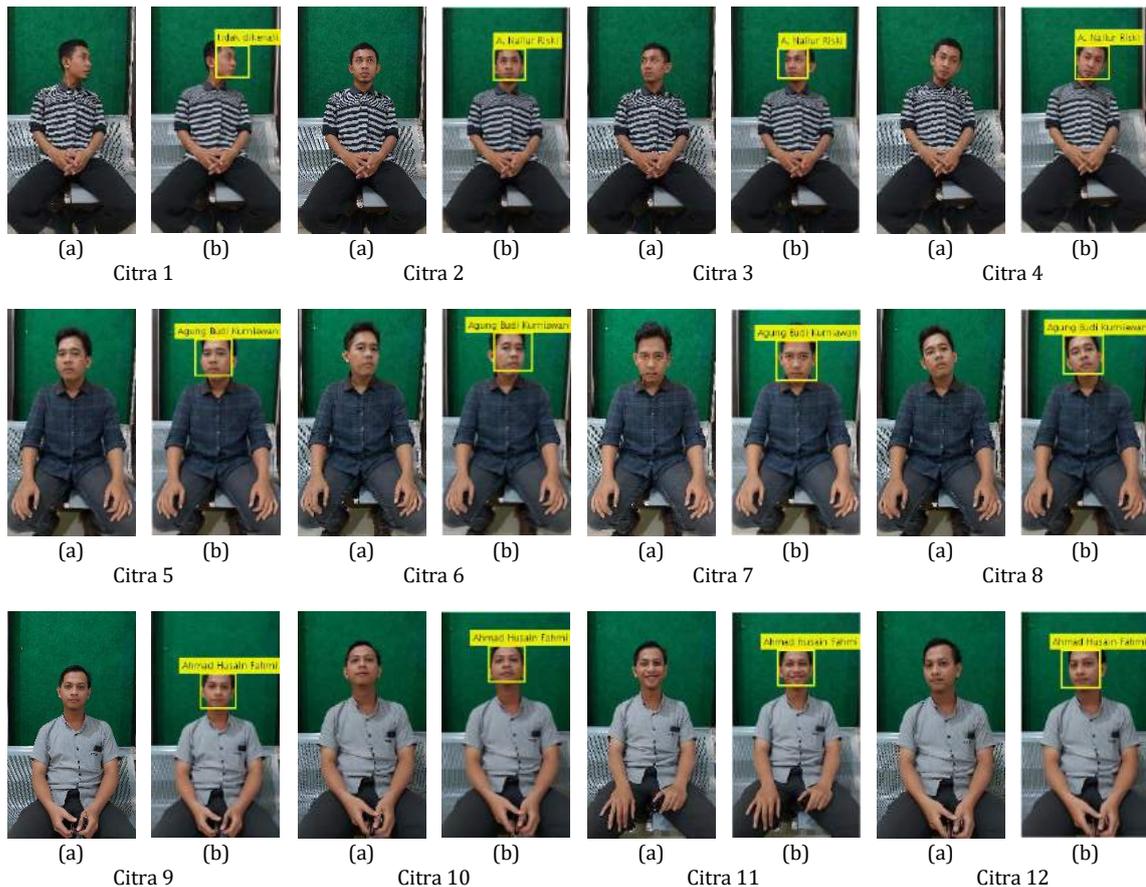
Proses pengujian sistem pengenalan wajah dilakukan terhadap foto lain di luar *database*. Proses pengenalan didasarkan pada jarak euclidean terendah antara citra yang dicocokkan dengan *database*. Citra dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar7 dan Gambar 8.

Berdasarkan hasil uji dari Gambar 6 sampai Gambar 8, proses pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

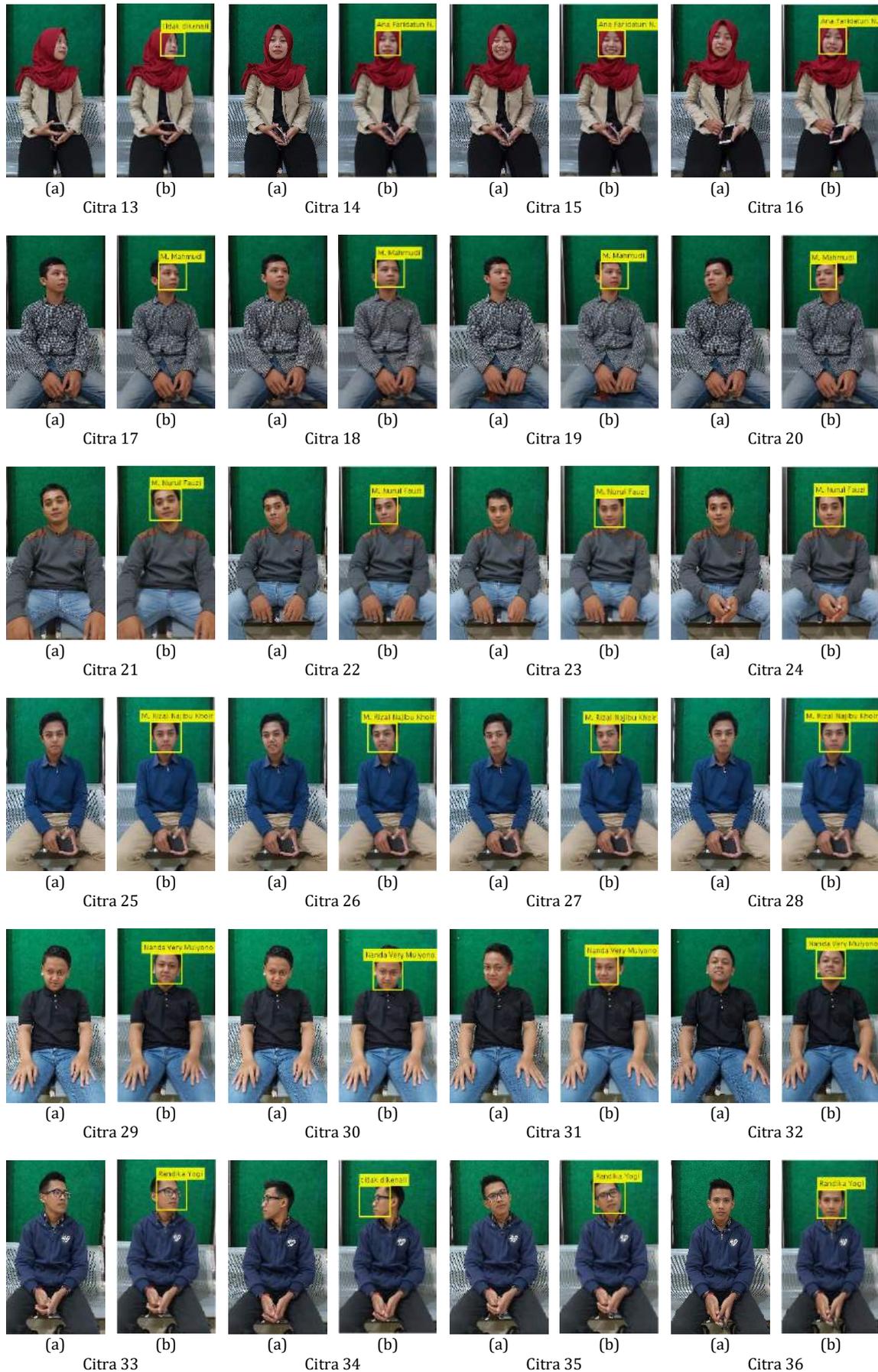
Tabel 2. Hasil seluruh pengenalan wajah

| No | Nama Mahasiswa | Jumlah Sampel | Sampel Dikenali |
|---------------|----------------|---------------|-----------------|
| 1 | Mahasiswa 1 | 4 | 4 |
| 2 | Mahasiswa 2 | 4 | 4 |
| 3 | Mahasiswa 3 | 4 | 3 |
| 4 | Mahasiswa 4 | 4 | 3 |
| 5 | Mahasiswa 5 | 4 | 4 |
| 6 | Mahasiswa 6 | 4 | 3 |
| 7 | Mahasiswa 7 | 4 | 3 |
| 8 | Mahasiswa 8 | 4 | 4 |
| 9 | Mahasiswa 9 | 4 | 3 |
| 10 | Mahasiswa 10 | 4 | 4 |
| JUMLAH | | 40 | 35 |

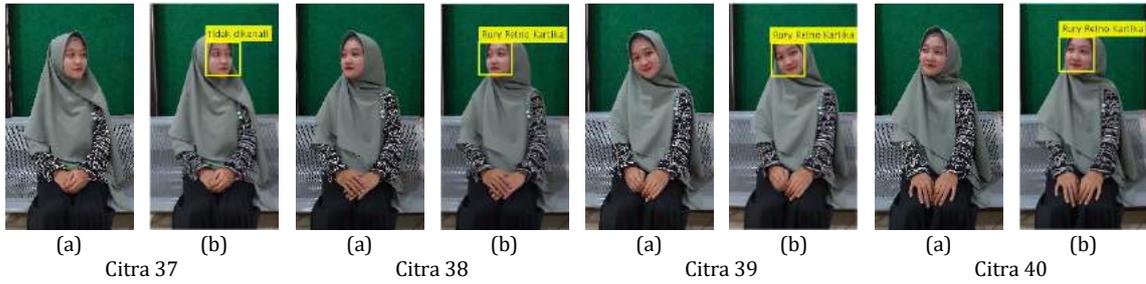
Dari data tersebut dapat dihitung akurasi pengenalan data mencapai 87,5% berdasarkan dari perhitungan (2):



Gambar 6. Sampel hasil pengujian Citra 1 – Citra 12: (a) Foto asli (b) Hasil Pengenalan



Gambar 7. Sampel hasil pengujian Citra 13 – Citra 36: (a) Foto asli (b) Hasil Pengenalan



Gambar 8. Sampel hasil pengujian Citra 37 – Citra 40: (a) Foto asli (b) Hasil Pengenalan



Gambar 9. Tampilan GUI proses pengenalan wajah

$$Akurasi = \frac{35}{40} \times 100\% = 87,5\% \quad (2)$$

Presentasi ini tidak bisa mencapai nilai maksimal dikarenakan beberapa faktor. Salah satu faktor yang paling utama adalah foto mahasiswa yang tidak terlihat komposisi wajahnya secara menyeluruh. Sehingga sistem mengalami kesulitan dalam penghitungan nilai *eigenface* dari citra mahasiswa tersebut. Beberapa sampel foto mahasiswa yang tidak dikenali oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sampel hasil wajah yang tidak dikenali

| No | Nama Sampel | Foto Asli | Hasil Pengenalan |
|----|-------------|-----------|------------------|
| 1 | Sampel 1 | | |
| 2 | Sampel 2 | | |

Pembuatan Graphical User Interface (GUI)

Setelah pelatihan dan pengujian dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan Graphical User Interface (GUI) untuk memvisualisasikan proses

pengenalan wajah. Tampilan GUI proses pengenalan wajah ditunjukkan pada Gambar 9.

PENUTUP

Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan perancangan sistem pengenalan wajah manusia. Sistem dikembangkan untuk mengidentifikasi wajah mahasiswa UMAHA Sidoarjo. Proses deteksi wajah dilakukan menggunakan algoritma *Viola Jones*. Sedangkan proses pengenalan dilakukan menggunakan algoritma *Principal Component Analysis (PCA)*. Tahapan pengujian yang dilakukan pada foto wajah mahasiswa diperoleh hasil pengenalan wajah yang cukup baik yakni sebesar 87,5%. Faktor yang menyebabkan beberapa gambar tidak dikenali disebabkan karena foto mahasiswa yang tidak terlihat secara menyeluruh komposisi wajahnya. Sistem yang dirancang kemudian diimplementasikan ke dalam tampilan GUI program aplikasi menggunakan perangkat lunak Matlab R2016a. Hasil pengujian program aplikasi sistem menunjukkan bahwa sistem telah diimplementasikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Heranurweni, "Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)," *Pros. SNST Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, 2010.
- [2] Sultoni and R. Hariyanto, "Pengenalan Wajah Secara Real Time Menggunakan Metode Camshift dan Operator Erosi Berdasarkan

- Citra Wajah," *JICTE (Journal Inf. Comput. Technol. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–19, 2017.
- [3] R. Aggi Prasetyo, Alexander, and B. Sanjaya, "Pemecahan Masalah Pengenalan Citra Wajah Secara Realtime dengan Variasi Pose Menggunakan Metode Eigenfaces," Universitas Bina Nusantara, 2012.
- [4] M. Zainudin, H. Radi, S. Abdullah, R. A. Rahim, and M. Ismail, "Face recognition using principle component analysis (PCA) and linear discriminant analysis (LDA)," *Int. J. Electr. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 05, pp. 50–55, 2012.
- [5] H. Zayuman, I. Santoso, and R. R. Isnanto, "Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik," Universitas Diponegoro, 2011.
- [6] M. D. Putro, T. B. Adji, and B. Winduratna, "Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones," in *SciETec*, 22 February 2012, 2012.
- [7] R. Wiryadinata, R. Sagita, S. Wardoyo, and P. Priswanto, "Pengenalan Wajah Pada Sistem Presensi Menggunakan Metode Dynamic Times Wrapping, Principal Component Analysis Dan Gabor Wavelet," *Din. Rekayasa*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [8] A. Darmawan, "APLIKASI MOBILE PENGENALAN WAJAH SECARA REAL-TIME BERBASIS PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS," *Ubiquitous Comput. its Appl. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–66, 2019.
- [9] A. Santoso, I. Arif, and M. Hatta, "Pembelajaran Supervised SVM Untuk Identifikasi Obyek Pisau Pada Mesin X-Ray Bandara Juanda," *Nusant. J. Comput. its Appl.*, vol. 1, no. 1, 2017.