
APLIKASI PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA HAAR CASCADE CLASSIFIER DAN LOCAL BINARY PATTERN HISTOGRAM

Octara Pribadi
Program Studi Teknik Informatika
STMIK TIME
Jl. Merbabu No.32 AA-BB Medan 20212
email: octarapribadi@gmail.com

Abstrak

Selain melalui wajah, banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengenali identitas seseorang yaitu melalui kartu identitas unik seperti KTP ataupun SIM ataupun melalui kata sandi. Namun, metode tersebut masih memiliki banyak kekurangan seperti lupa membawa kartu identitas, rusak atau hilangnya kartu identitas serta melalui kata sandi seringkali seseorang lupa terhadap kata sandi tersebut. Di antara banyaknya objek teknologi biometrik yang telah digunakan selama beberapa dekade terakhir, wajah adalah salah satu objek paling sering dipakai dalam proses pengenalan dan identifikasi individu. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah aplikasi pengenalan wajah berbasis teknologi biometrik yang dapat melakukan identifikasi wajah seseorang secara cepat dan akurat. Penelitian ini akan mengimplementasikan algoritma *Haar Cascade Classifier* terlebih dahulu untuk mendeteksi wajah sehingga dapat meningkatkan akurasi pengenalan wajah. Setelah terdeteksi, maka untuk mengidentifikasi wajah seseorang, maka pada penelitian ini, akan digunakan algoritma LBPH yang merupakan teknik dari metode *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah. Berdasarkan hasil pengujian dengan *Confusion Matrix*, diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi yang dibangun dengan kombinasi model hasil *training* memiliki tingkat akurasi sebesar 90%, presisi sebesar 90%, *recall* sebesar 85%, dan *error rate* hanya 20% dalam mengenali atau mengidentifikasi wajah seseorang.

Kata Kunci: Pengenalan Wajah, Algoritma *Haar Cascade Classifier*, Metode *Local Binary Pattern Histogram*

1. Pendahuluan

Kehidupan manusia saat ini tidak bisa terlepas dari penggunaan teknologi. Hampir setiap saat selalu ditemukan penemuan baru yang dapat memberikan keuntungan untuk mempermudah aktivitas seseorang, salah satunya adalah dalam mengidentifikasi identitas seseorang [1]. Wajah manusia merupakan bagian tubuh manusia yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi karena keunikan yang dimiliki berdasarkan parameter-parameter tertentu. Keunikan dan pengukuran parameter yang berbeda membantu kita mengenali orang dan dapat memisahkan antara manusia dengan manusia lainnya. Pengenalan wajah adalah teknik dimana identitas manusia dapat diidentifikasi hanya dengan menggunakan wajah seseorang [2].

Selain melalui wajah, banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengenali identitas seseorang yaitu melalui kartu identitas unik seperti KTP ataupun SIM ataupun melalui kata sandi. Namun, metode tersebut masih memiliki banyak kekurangan seperti lupa membawa kartu identitas, rusak atau hilangnya kartu identitas serta melalui kata sandi seringkali seseorang lupa terhadap kata sandi tersebut. Di antara banyaknya objek teknologi biometrik yang telah digunakan selama beberapa dekade terakhir, wajah adalah salah satu objek paling sering dipakai dalam proses pengenalan dan identifikasi individu. Identifikasi seseorang melalui wajah tentunya lebih mudah dan praktis serta dapat menyelesaikan permasalahan identifikasi identitas melalui kartu identitas ataupun kata sandi yang telah diuraikan sebelumnya [3].

Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah aplikasi pengenalan wajah berbasis teknologi biometrik yang dapat melakukan identifikasi wajah seseorang secara cepat dan akurat. Penelitian terdahulu yang membahas mengenai perancangan aplikasi pengenalan wajah sudah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian pada tahun 2019 yaitu perancangan aplikasi pengenalan citra wajah menggunakan metode Complete Kernel Fisher Discriminant, dimana sistem yang dibangun sudah bisa digunakan untuk pengenalan wajah dengan rata-rata 56,48% sehingga hasilnya dapat dikatakan tidak begitu akurat [4]. Penelitian berikutnya dilakukan pada tahun 2022 membahas mengenai penerapan face recognition (pengenalan wajah) menggunakan algoritma Eigenface. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Eigenface yang digunakan pada sistem absensi mahasiswa dapat berfungsi dengan baik, hal tersebut dibuktikan dengan keberhasilan sistem mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa [5].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Al-Aidid dan Pamungkas (2018) menunjukkan bahwasanya metode Haar Cascade digabungkan dengan metode Local Binary Pattern Histogram dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah manusia, meskipun di sekitar dari manusia terdapat beberapa objek lain. Kecepatan yang dihasilkan cukup cepat, ini menunjukkan bahwa komputasi dari sistem ini cukup efektif [6].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo, et al. (2020) menunjukkan bahwasanya metode ini mampu mendeteksi dan mengenali wajah secara maksimal [7]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramadini dan Haryatmi (2022) menunjukkan bahwasanya penggunaan *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram* untuk mendeteksi wajah secara *real-time* cukup baik dengan nilai akurasi sebesar 88,42% [8].

Penelitian yang dilakukan sebelumnya mendapatkan nilai akurasi yang tergolong rendah atau kurang baik sehingga pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi pengenalan wajah yang memiliki tingkat akurasi yang lebih baik. Penelitian terdahulu yang dilakukan memiliki akurasi yang rendah dikarenakan belum melakukan proses deteksi wajah terlebih dahulu dengan algoritma sehingga seringkali wajah tidak terdeteksi yang menyebabkan akurasi identifikasi rendah. Dari permasalahan tersebut, maka penelitian ini akan mengimplementasikan algoritma *Haar Cascade Classifier* terlebih dahulu untuk mendeteksi wajah sehingga dapat meningkatkan akurasi pengenalan wajah. Setelah terdeteksi, maka untuk mengidentifikasi wajah seseorang, maka pada penelitian ini, akan digunakan algoritma LBPH yang merupakan teknik dari metode *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah. LBP adalah deskriptor tekstur yang dapat juga digunakan untuk mewakili wajah, karena gambar wajah dapat dilihat sebagai sebuah komposisi *microtexture-pattern* yaitu suatu operator non parametrik yang menggambarkan tata ruang lokal citra [9]. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tingkat akurasi LBPH lebih baik dibandingkan *Eigenface* dengan rata-rata akurasi LBPH adalah 93.54 % dan *Eigenface* adalah 63.54% [2].

2. Landasan Teori

Biometrik

Biometrik (berasal dari bahasa Yunani “bios” yang artinya hidup dan “metron” yang artinya mengukur) adalah studi tentang metode otomatis untuk mengenali manusia berdasarkan satu atau lebih bagian tubuh manusia atau kelakuan dari manusia itu sendiri. Dalam dunia teknologi informasi, biometrik relevan dengan teknologi yang digunakan untuk menganalisa fisik dan kelakuan manusia untuk autentifikasi. Dalam dunia medis, disebutkan bahwa ada berapa bagian tubuh manusia yang sangat unik yang artinya, tidak dimiliki oleh lebih dari satu individu seperti sidik jari atau retina mata. Meskipun bentuk atau warna mata bisa saja sama, namun retina mata belum tentu sama. Begitu juga dengan suara dan struktur wajah. Bagian-bagian unik inilah yang kemudian dikembangkan sebagai atribut keamanan [10].

Deteksi Wajah

Deteksi atau pendeteksian adalah suatu proses untuk memeriksa atau melakukan pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan cara dan teknik tertentu. Deteksi dapat digunakan untuk berbagai masalah, misalnya dalam sistem pendeteksi suatu penyakit, dimana sistem mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan dengan penyakit yang biasa disebut gejala. Tujuan dari deteksi adalah memecahkan suatu masalah dengan berbagai cara tergantung metode yang diterapkan sehingga menghasilkan sebuah solusi [11] [12].

Ekstraksi Citra

Ekstraksi ciri citra merupakan tahapan penting dalam bidang *computer vision* (pengolahan citra dan pengenalan pola) Salah satu algoritma untuk melakukan ekstraksi citra yaitu algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)*. KNN merupakan salah satu metode untuk mengambil keputusan menggunakan pembelajaran terawasi dimana hasil dari data masukan yang baru diklasifikasi berdasarkan terdekat dalam data nilai. Algoritma KNN adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek yang berdasarkan dari data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. KNN merupakan algoritma *supervised learning* dimana hasil dari *query instance* yang baru diklasifikasi berdasarkan mayoritas dari kategori pada algoritma KNN [13].

Klasifikasi Citra

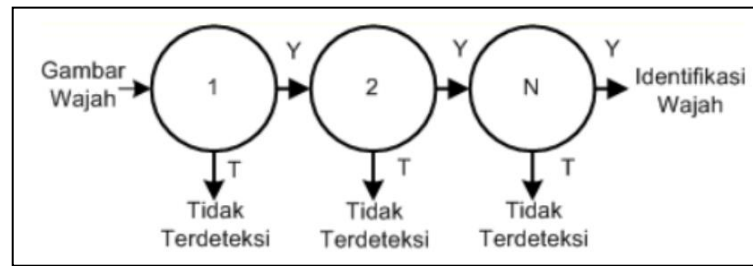
Klasifikasi merupakan suatu teknik dengan melihat pada kelakuan dan atribut dari kelompok yang telah didefinisikan. Teknik ini dapat memberikan klasifikasi pada data baru dengan memanipulasi data yang ada yang telah diklasifikasi dan dengan menggunakan hasilnya untuk memberikan sejumlah aturan. Aturan-aturan tersebut digunakan pada data-data baru untuk diklasifikasi. Teknik ini menggunakan *supervised induction*, yang memanfaatkan kumpulan pengujian dari *record* yang terklasifikasi untuk menentukan kelas-kelas tambahan [11].

Algoritma Haar Cascade Classifier

Algoritma *Haar Cascade Classifier* digunakan untuk proses pendeteksian wajah atau objek yang berupa gambar digital. Algoritma ini menampilkan fungsi matematika yang berupa kotak dengan menampilkan nilai RGB pada setiap *pixel*. Setelah itu, *Viola-Jones* mengembangkan algoritma ini, dimana setiap kotak di proses dan menghasilkan beberapa nilai yang berupa daerah gelap dan terang, dan nilai-nilai tersebut yang akan dijadikan sebagai dasar dalam pemrosesan gambar sehingga dikenal dengan *Haar Like Feature*. Proses perhitungan nilai fitur dari algoritma *Haar* dengan mengurangi nilai *pixel* pada daerah putih dan daerah hitam. Algoritma ini menggunakan *Integral Image* dari sebuah citra gambar dalam bentuk *grayscale* yang setiap nilai *pixel* akan dijumlahkan dari nilai *pixel* kiri atas menuju nilai *pixel* bawah [14].

Untuk metode *Cascade Classifier* menggunakan beberapa langkah untuk menentukan dengan menghitung ulang nilai dari *Haar Feature* sehingga menghasilkan nilai yang lebih akurat, langkah klasifikasi pertama meliputi

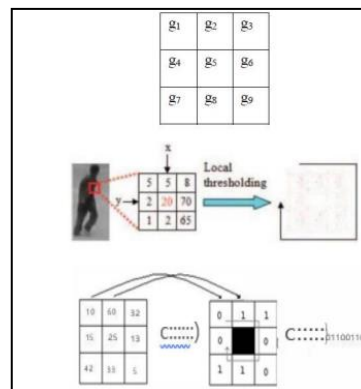
sub citra yang diklasifikasikan dengan suatu fitur, namun bila tidak memenuhi kriteria akan ditolak hasilnya. Pada klasifikasi kedua meliputi klasifikasi kembali pada citra sehingga memperoleh nilai *threshold* yang ditentukan sedangkan pada klasifikasi ketiga meliputi subcitra akan lolos dan mendekati nilai citra yang sesungguhnya. Gambar 1 menunjukkan cara deteksi wajah dengan metode *Haar Cascade Classifier* [14].



Gambar 1. Metode Deteksi *Haar Cascade Classifier*

Algoritma Local Binary Pattern Histogram

Pengenalan wajah merupakan sebuah tahap selanjutnya dalam sistem pendeteksian wajah, proses pengenalan wajah menggunakan template matching dengan menggunakan *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH). Citra wajah yang diambil secara realtime menggunakan kamera pada laptop akan dibandingkan dan dicocokkan menggunakan histogram yang sudah diekstraksi dengan citra wajah yang ada pada *database*. LBPH merupakan sebuah fitur yang berfungsi untuk mengklasifikasi citra yang dikombinasikan dengan histogram dan LBPH salah satu teknik terbaru dari metode *Local Binary Pattern* (LBP) yang digunakan untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah. LBP pada umumnya didesain untuk pengenalan tekstur. Ide dasar LBP adalah untuk merangkum struktur lokal dalam gambar dengan membandingkan setiap *pixel* dengan lingkungannya. Kemudian menganggap hasilnya sebagai angka biner. Lalu mengubah angka biner menjadi angka desimal, dan angka desimal itu adalah nilai baru dari *pixel* tengah. Angka desimal ini disebut nilai *pixel* LBPH dan kisarannya 0-255. Gambar 2 menunjukkan cara kerja metode LBPH berikut [8].



Gambar 2. Cara Kerja Metode LBPH

Pada gambar cara kerja LBPH diperlihatkan bahwa *pixel* yang berada di tengah diperoleh dengan cara membandingkan insensitas citra yang ditangkap kamera dengan insensitas *pixel* yang lain. Nilai dari *pixel* yang berada di tengah adalah nilai ambang batas dari kedelapan *pixel* yang lainnya. Pada sebuah matriks tersebut nilai biner yang berada di tengah akan dibandingkan dengan nilai yang ada di sekelilingnya. Jika nilai pada matriks yang berada di tengah lebih tinggi dari nilai yang ada di sekelilingnya, maka nilai matriks di sekelilingnya akan bernilai ‘1’ begitupun sebaliknya jika nilai pada matriks yang berada di tengah lebih rendah dari nilai yang ada di sekelilingnya, maka nilai matriks di sekelilingnya akan bernilai ‘0’. Kemudian dihitung nilai histogram untuk membandingkan dan mencocokkan wajah yang ada pada kamera dengan yang ada di *database*. Di bawah ini adalah persamaan untuk menghitung nilai histogramnya [8].

$$x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (hist\ 1_i - hist\ 2_i)^2} \tag{2.1}$$

Nilai D adalah pembandingan citra wajah di *database* dengan yang ada di kamera.

Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep *data mining*. *Confusion Matrix* digambarkan dengan tabel yang menyatakan jumlah data uji yang benar diklasifikasikan dan jumlah data uji yang salah diklasifikasikan. Berikut ini akan ditunjukkan tabel *Confusion Matrix* pada Tabel 1. [15].

Tabel 1. *Confusion Matrix*

<i>Correct Classification</i>	<i>Classified as</i>	
	<i>Predicted "+"</i>	<i>Predicted "-"</i>
<i>Actual "+"</i>	<i>True Positives</i>	<i>False Negatives</i>
<i>Actual "-"</i>	<i>False Positives</i>	<i>True Negatives</i>

Berdasarkan tabel *Confusion Matrix* di atas [15]:

- a. *True Positives* (TP) adalah jumlah *record* data positif yang diklasifikasikan sebagai nilai positif.
 - b. *False Positives* (FP) adalah jumlah *record* data negatif yang diklasifikasikan sebagai nilai positif.
 - c. *False Negatives* (FN) adalah jumlah *record* data positif yang diklasifikasikan sebagai nilai positif.
 - d. *True Negatives* (TN) adalah jumlah *record* data negatif yang diklasifikasikan sebagai nilai *negative*.
- Nilai yang dihasilkan melalui metode *Confusion Matrix* adalah berupa evaluasi sebagai berikut [15]:
- a. *Accuracy*, persentase jumlah *record* data yang diklasifikasikan (prediksi) secara benar oleh algoritma.
Rumus: $(TP + TN) / \text{Total data} = \text{Accuracy}$
 - b. *Precision*, persentase rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif.
Rumus: $(TP) / (TP+FP) = \text{Precision}$
 - c. *Recall*, persentase rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif.
Rumus: $(TP) / (TP + FN) = \text{Recall}$
 - d. *Misclassification (Error) Rate*, persentase jumlah *record* data yang diklasifikasikan (prediksi secara salah oleh algoritma).
Rumus : $(FP + FN) / \text{Total data} = \text{Misclassification Rate}$

Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai perancangan aplikasi pengenalan wajah sudah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian pada tahun 2019 yaitu perancangan aplikasi pengenalan citra wajah menggunakan metode *Complete Kernel Fisher Discriminant*. Hasil penelitian berupa dirancang sebuah aplikasi pengenalan citra wajah menggunakan Visual Basic 2008, dimana sistem yang dibangun sudah bisa digunakan untuk pengenalan wajah dengan rata-rata 56,48% sehingga hasilnya dapat dikatakan tidak begitu akurat [4].

Penelitian berikutnya dilakukan pada tahun 2022 membahas mengenai penerapan *face recognition* (pengenalan wajah) menggunakan algoritma *Eigenface*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Eigenface* yang digunakan pada sistem absensi mahasiswa dapat berfungsi dengan baik, hal tersebut dibuktikan dengan keberhasilan sistem mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa [5].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Al-Aidid dan Pamungkas (2018) menunjukkan bahwasanya metode *Haar Cascade* digabungkan dengan metode *Local Binary Pattern Histogram* dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah manusia, meskipun di sekitar dari manusia terdapat beberapa objek lain. Kecepatan yang dihasilkan cukup cepat, ini menunjukkan bahwa komputasi dari sistem ini cukup efektif [6]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo, et al. (2020) menunjukkan bahwasanya metode ini mampu mendeteksi dan mengenali wajah secara maksimal [7]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramadini dan Haryatmi (2022) menunjukkan bahwasanya penggunaan *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram* untuk mendeteksi wajah secara *real-time* cukup baik dengan nilai akurasi sebesar 88,42% [8].

3. Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Metode Eksperimen
Melakukan eksperimen terhadap beberapa aplikasi pengenalan wajah seperti melalui teknologi *mobile* ataupun *website* untuk mengumpulkan data terkait proses identifikasi yang berkaitan dengan topik penelitian.
- b. Metode Studi Pustaka
Mengumpulkan data teori melalui jurnal, media cetak, ataupun sumber-sumber referensi dari internet.

Analisis Sistem

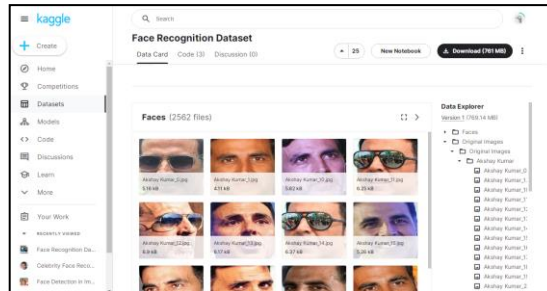
Analisis sistem pada penelitian ini terbagi menjadi 3 tahapan proses, yaitu:

- a. Analisis sistem berjalan, yaitu melakukan analisis sistem berjalan yang digunakan pada saat ini, khususnya sistem berjalan yang digunakan dalam melakukan identifikasi identitas seseorang.

- b. Analisis algoritma yang diusulkan, yaitu algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram* dengan menguraikan cara kerja secara sederhana dari algoritma tersebut dalam melakukan pengenalan wajah seseorang.
- c. Analisis sistem usulan, yaitu menggambarkan model sistem usulan yang akan dibangun menggunakan *flowchart*.

4. Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa dibangunnya sebuah aplikasi pengenalan wajah dengan mengimplementasikan algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram*. *Dataset* pada penelitian ini diambil dari <https://www.kaggle.com/datasets/vasukipatel/face-recognition-dataset> seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



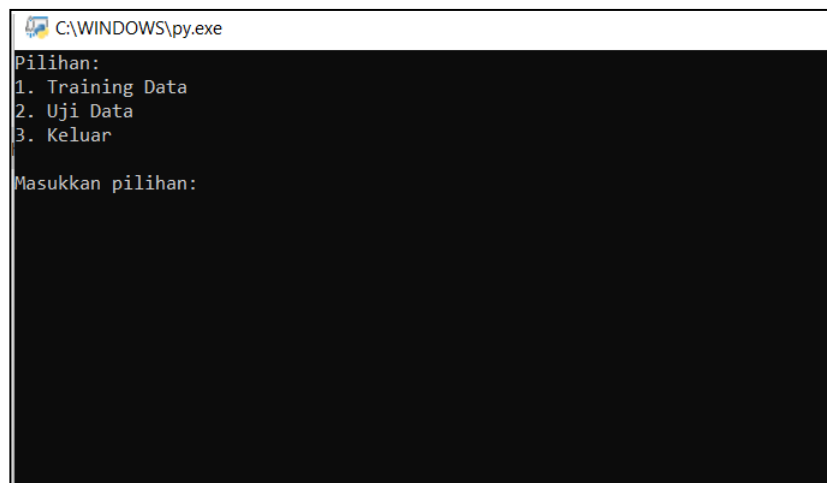
Gambar 3. Source Dataset Penelitian

Dapat dilihat pada Gambar 3 terdapat banyak sekali kumpulan *dataset* foto wajah yang dapat digunakan sebagai data *training* dan data *testing*. Penelitian ini mengambil 100 data foto dimana setiap wajah seseorang memiliki jumlah foto sebanyak 10 foto untuk *training*. Total jumlah orang yang akan dideteksi adalah sebanyak 10 orang.

Setelah langkah-langkah mempersiapkan *dataset* pada penelitian ini diuraikan, maka berikutnya akan ditunjukkan hasil tampilan dari aplikasi yang dibangun antara lain:

1. Tampilan Menu Utama

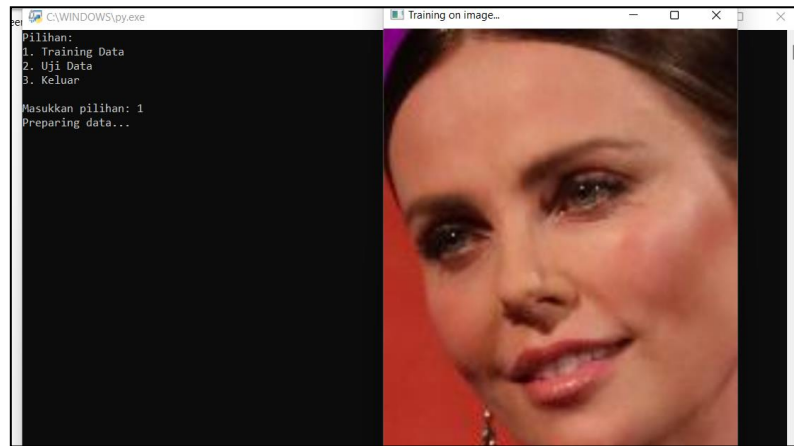
Menu utama berisikan pilihan-pilihan menu aplikasi yang dapat dipilih oleh pengguna dimana terdiri dari 3 pilihan yaitu pilihan 1 untuk *training image*, pilihan 2 untuk pengujian pengenalan wajah, dan pilihan 3 untuk keluar dari aplikasi. Berikut ini, Gambar 4 menunjukkan hasil tampilan menu utama.



Gambar 4. Tampilan Menu Utama

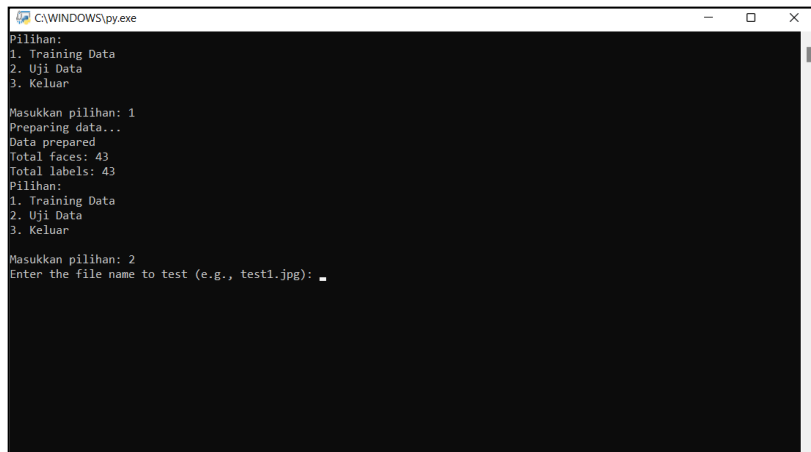
2. Tampilan *Training Image*

Tampilan ini merupakan proses *training dataset* yang tersedia pada aplikasi. Setiap foto *dataset* akan dimunculkan dan dilakukan proses *training* dengan algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram*. Berikut ini, Gambar 5 menunjukkan rancangan tampilan *training image*.



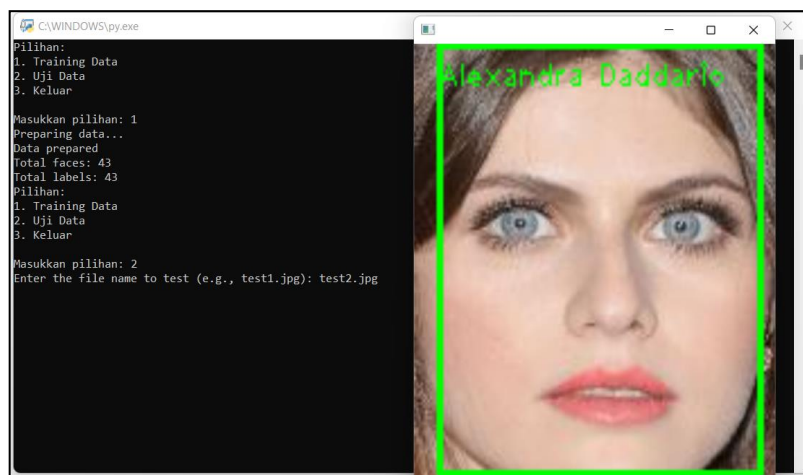
Gambar 5. Tampilan *Training Image*

3. Tampilan Proses Setelah *Training Image* Selesai
 Tampilan ini berisikan *output* dari aplikasi setelah proses *training image* selesai. Aplikasi akan memunculkan pilihan lagi bagi *user* untuk memasukkan pilihan. Asumsikan *user* ingin melakukan pengujian pengenalan wajah maka masukkan angka 2 dan kemudian aplikasi akan meminta *user* untuk memasukkan nama *file* yang akan di-*test*. Berikut ini, Gambar 6 menunjukkan rancangan proses tampilan *training image* selesai.



Gambar 6. Tampilan Proses Setelah *Training Image* Selesai

4. Tampilan *Show Output Face Recognition*
 Tampilan ini merupakan tampilan yang menyajikan hasil pengenalan wajah berdasarkan data *testing* yang dimasukkan. Pada tampilan ini, foto wajah yang muncul akan dilabeli dengan nama orang yang telah dikenali oleh aplikasi. Berikut ini, Gambar 7 menunjukkan rancangan proses tampilan *show output face recognition*.



Gambar 7. Tampilan *Show Output Face Recognition*

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih pasti, maka akan dilakukan pengujian *Confusion Matrix* terhadap masing-masing kelas pada penelitian ini. Hasil *Confusion Matrix* yang didapatkan diolah dan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Confusion Matrix*

	AK	AD	AB	ABC	AS	ASH	BE	BP	CC	CT
AK	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AB	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ABC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ASH	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
BP	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Akurasi

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \text{TP}/\text{Jumlah Data} \\
 &= 1+1+1+1+1+1+1+1+1+0/10 \\
 &= 0,90 \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semua Presisi} &= (\text{Presisi Kelas AK} + \text{Presisi Kelas AD} + \text{Presisi Kelas AB} + \\
 &\quad \text{Presisi Kelas ABC} + \text{Presisi Kelas AS} + \text{Presisi Kelas ASH} + \\
 &\quad \text{Presisi Kelas BE} + \text{Presisi Kelas BP} + \text{Presisi Kelas CC} + \\
 &\quad \text{Presisi Kelas CT})/\text{Jumlah Kelas} \\
 &= (1+1+1+1+1+1+1+1+0)/10 \\
 &= 9/10 \\
 &= 0,9 \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semua Recall} &= (\text{Recall Kelas AK} + \text{Recall Kelas AD} + \text{Recall Kelas AB} + \\
 &\quad \text{Recall Kelas ABC} + \text{Recall Kelas AS} + \text{Recall Kelas ASH} + \\
 &\quad \text{Recall Kelas BE} + \text{Recall Kelas BP} + \text{Recall Kelas CC} + \\
 &\quad \text{Recall Kelas CT})/\text{Jumlah Kelas} \\
 &= (1+1+1+1+1+1+1+0,5+0)/10 \\
 &= 8,5/10 \\
 &= 0,85 \\
 &= 85\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Error Rate} &= (\text{FP}+\text{FN})/\text{Total Data} \\
 &= (1+1)/10 \\
 &= 2/10 \\
 &= 0,2 \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan perhitungan akurasi, presisi, dan *recall*, diperoleh akurasi sebesar 90%, presisi sebesar 90%, *recall* sebesar 85%, dan *error rate* sebesar 20%. Presisi lebih tinggi dari *recall*, dapat diartikan bahwa model penelitian memiliki tingkat kemampuan yang lebih baik dalam mengidentifikasi data yang sebenarnya positif (benar positif) dari pada kemampuannya untuk mengidentifikasi semua data positif (sebenarnya positif).

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Aplikasi yang dibangun dengan mengimplementasikan *Haar Cascade Classifier* dan *Local Binary Pattern Histogram* terbukti dapat digunakan untuk mengidentifikasi wajah seseorang. Algoritma *Haar Cascade Classifier* berperan untuk mendeteksi fitur-fitur wajah, seperti mata, hidung, dan mulut, dalam sebuah gambar. Ini dilakukan dengan menggunakan pemilihan dan penerapan berbagai filter Haar pada gambar untuk mengidentifikasi pola yang sesuai dengan fitur-fitur wajah. Sedangkan, *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) berperan untuk mengekstraksi fitur-fitur wajah yang terdeteksi oleh *Haar Cascade Classifier*. LBPH membangun histogram dari representasi biner yang menggambarkan pola tekstur pada bagian-bagian wajah

yang terdeteksi. Dengan menganalisis histogram ini, dapat diidentifikasi dan membedakan wajah seseorang berdasarkan pola tekstur yang unik pada wajah tersebut.

2. Berdasarkan hasil pengujian dengan *Confusion Matrix*, diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi yang dibangun dengan kombinasi model hasil *training* memiliki tingkat akurasi sebesar 90%, presisi sebesar 90%, *recall* sebesar 85%, dan *error rate* hanya 20% dalam mengenali atau mengidentifikasi wajah seseorang

6. Daftar Pustaka

- [1] H. Gymnovriza, L. Novamizanti and E. Susatio, "Pengenalan Wajah Individu Berbasis 3D Biometrik," *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)*, vol. VI, no. 1, pp. 41-49, 2022.
- [2] I. K. S. Buana, "Penerapan Pengenalan Wajah Untuk Aplikasi Absensi dengan Metode Viola Jones dan Algoritma LBPH," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. V, no. 3, pp. 1008-1017, 2021.
- [3] K. L. Maulana, A. Hidayatno and I. Santoso, "Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Eigenface dan Jarak Euclidean," *TRANSIENT*, vol. VII, no. 1, pp. 62-69, 2018.
- [4] A. Muliani and S. Kosasih, "Perancangan Aplikasi Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Metode Complete Kernel Fisher Discriminant," *Jurnal Teknologi Informasi (JTI)*, vol. III, no. 1, pp. 92-99, 2019.
- [5] I. Fauzi, A. Junaidi and W. A. Saputra, "Penerapan Face Recognition Berbasis GUI Visual Studio 2012 Menggunakan Algoritma Eigenface dan Metode Pengembangan Waterfall Pada Sistem Absensi Mahasiswa IT Telkom Purwokerto," *Journal of Dinda*, vol. II, no. 1, pp. 21-27, 2022.
- [6] S. Al-Aidid and D. S. Pamungkas, "Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. XIV, no. 1, pp. 62-67, 2018.
- [7] A. W. Wibowo, A. Karima, Wiktasari, A. Yobioktabera and S. Fahriah, "Pendeteksian dan Pengenalan Wajah Pada Foto Secara Real Time Dengan Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram," *Jurnal Teknik Elektro Terapan (JTET)*, vol. IX, no. 1, pp. 6-11, 2020.
- [8] F. L. Ramadini and E. Haryatmi, "Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime," *Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. VI, no. 2, 2022.
- [9] A. Fauzan, L. Novamizanti and Y. N. Fuadah, "Perancangan Sistem Deteksi Wajah Untuk Presensi Kehadiran Menggunakan Metode LBPH (Local Binary Pattern Histogram) Berbasis Android," *e-Proceeding Eng*, vol. V, no. 3, p. 5403-5413, 2018.
- [10] A. A. Andarinny, C. E. Widodo and K. Adi, "Perancangan sistem identifikasi biometrik jari tangan menggunakan Laplacian of Gaussian dan ekstraksi kontur," *Youngster Physics Journal*, vol. VI, no. 4, pp. 304- 314, 2017.
- [11] A. Y. Handaya, *Deteksi Dini & Atasi 31 Penyakit Bedah Saluran Cerna (Digestif)*, Yogyakarta: Andi Offset, 2017.
- [12] M. D. Putro, T. B. Adji and B. Winduratna, "Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones," in *Seminar Nasional Science, Engineering, and Technology (SCIETEC)*, Yogyakarta, 2012.
- [13] A. Johar, D. Yanosma and K. Anggriani, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Dan Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Pengambilan Keputusan Selesksi Penerimaan Anggota Paskibra (Studi Kasus: Dinas Pemuda dan Olahraga Provinsi Bengkulu)," *Jurnal Pseudocode*, vol. III, no. 2016, pp. 98-112, 2016.
- [14] E. Hasman, I. P. Ihsan, H. S. Pailing and Safaruddin, "Haar Cascade dan Algoritma Eigenface Untuk Sistem Pembuka Pintu Otomatis," *Journal Scientific and Applied Informatics (JSAI)*, vol. IV, no. 2, pp. 182-192, 2021.
- [15] M. F. Rahman, M. I. Darmawidjadja and D. Alamsah, "Klasifikasi Diagnosa Diabetes Menggunakan Metode Bayesian Regularization Neural Network (RBNN)," *Jurnal Informatika*, vol. XI, no. 1, pp. 36-45, 2017.