Computing and Education Technology Journal (CETJ)
https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/cetj/index
Volume 4 Nomor 1 Tahun 2024
Hal 7-16

e-ISSN : 2830-1706
p-ISSN : 2830-1692

Perancangan Pendeteksi Wajah dengan Metode Haar Cascade dan Local Binary Pattern Berbasis OpenCV

M. Andry Gunawan[1,*], Harja Santana Purba[2], Novan Alkaf Bahraini Saputra[3], Nuruddin Wiranda[4], Muhammad Hifdzi Adini[5]

[1,2,3,4,5]Program Studi Pendidikan Komputer, FKIP Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia
E-mail: andryy.gnwn@ulm.ac.id, harja.sp@ulm.ac.id, novan.saputra@ulm.ac.id, nuruddin.wd@ulm.ac.id, hifdzi.adini@ulm.ac.id
Email Korespondensi: andryy.gnwn@ulm.ac.id

***Submitted*: 04-29-2024; *Accepted*: 31-05-2024; *Published*: 31-05-2024**

DOI: https://doi.org/10.20527/cetj.v4i1.12332

Abstrak

Pada era perkembangan ilmu dan teknologi saat ini penggunaan teknologi biometrik menjadi salah satu solusi teknologi yang tepat untuk digunakan sebagai sistem keamanan identitas dikarenakan dapat mengenali identitas seseorang secara tepat, cepat, akurat, dan konsisten. Salah satu sistem biometrik yaitu adalah Pengenalan wajah. Pertama, deteksi wajah merupakan bagian pertama dan terpenting dari berbagai jenis proses pemrosesan fitur wajah, seperti pengenalan wajah, pelacakan pose kepala, dan verifikasi wajah, dan masih banyak lagi. Kombinasi antara Haar Cascade dan LBPH memungkinkan untuk mendeteksi dan mengenali wajah dengan akurasi yang tinggi. Pertama, Haar Cascade digunakan untuk mendeteksi wajah dalam gambar atau video. Kemudian, setelah wajah berhasil dideteksi, LBPH digunakan untuk mengekstrak fitur wajah dan merepresentasikannya sebagai histogram. Akhirnya, histogram fitur ini dibandingkan dengan histogram fitur dari wajah yang telah diidentifikasi sebelumnya untuk mengenali identitas seseorang. Secara keseluruhan, pengenalan wajah menggunakan algoritma Haar Cascade dan LBPH dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti keamanan, pengawasan, dan mengenali wajah pada media sosial. Namun, perlu diingat bahwa teknologi ini memiliki kekurangan seperti sensitivitas terhadap cahaya, jarak, posisi wajah, dan ekspresi wajah, yang dapat mempengaruhi akurasi pengenalan wajah. Pengujian mendeteksi wajah berdasarkan posisi sudut wajah mendapatkan hasil sudut maksimal yang bisa dideteksi yaitu 22,5^o kekiri/kenan dengan persentase 85%, dan sistem pengenalan menggunakan Local Binary Pattern Histogram diuji dangan 10 posisi wajah yang diambil secara acak dengan 2 waktu yang berbeda menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi menghasilkan rata-rata persentase keberhasilan 69%.

Kata Kunci: Pengenalan Wajah; Haar Cascade Classifier; Local Binary Pattern Histogram; OpenCV;

Abstract

In the current era of science and technology development, the use of biometric technology is one of the right technological solutions to be used as an identity security system because it can recognize a person's identity precisely, quickly, accurately, and consistently. One of the biometric systems is face recognition. First of all, face detection is the beginning and the most important part of various kinds of facial feature processing, including face recognition, head pose tracking, face verification/authentication, facial expression, human-computer interaction, and many more. The combination of Haar Cascade and LBPH makes it possible to detect and recognize faces with high accuracy. First, Haar Cascade is used to detect faces in images or videos. Then, once the face is successfully detected, LBPH is used to extract the facial features and represent them as a histogram. Finally, these feature histograms are compared with the feature histograms of previously identified faces to recognize a person's identity. Overall, face recognition using Haar Cascade algorithm and LBPH can be used in various applications such as security, surveillance, and recognizing faces on social media. However, keep in mind that this technology has drawbacks such as sensitivity to light, distance, face position, and facial expressions, which can affect the accuracy of face recognition. Tests to detect faces based on the angular position of the face show that the maximum angle that can be detected is 22.5^o left/right with a percentage of 85%, and the recognition system using Local Binary Pattern Histogram tested with 10 face positions taken randomly at 2 different times shows that the system is able to recognize faces with an accuracy level that results in an average success percentage of 69%.

Keywords: Face Recognition; Haar Cascade Classifier; Local Binary Pattern Histogram; OpenCV;

© 2024 Computing and Education Tehcnology Journal (CETJ)

How to cite: Gunawan, M. A., Purba, H. S., Saputra, N. A. B., Wiranda, N., Adini, M. H. (2024). Perancangan Pendeteksi Wajah dengan Metode Haar Cascade dan Local Binary Pattern Berbasis OpenCV. *Computing and Education Technology Journal (CETJ)*,4(1), 7-16, doi: https://doi.org/10.20527/cetj.v4i1.12332

1. PENDAHULUAN

Pada era perkembangan ilmu dan teknologi saat ini identifikasi objek dengan kecerdasan buatan adalah topik penelitian yang menarik minat untuk dikembang. Berbagai metode digunakan untuk identifikasi objek di bidang kecerdasan buatan. Salah satu konsep implementasi yang sedang dikembangkan adalah teknologi biometric. Penggunaan teknologi biometrik sering menjadi salah satu solusi teknologi yang tepat untuk digunakan sebagai sistem keamanan identitas dikarenakan dapat mengenali identitas seseorang dengan tepat, cepat, akurat, dan konsisten (Syafitri & Adri, 2017). Salah satu sistem biometrik yaitu adalah pengenalan wajah manusia. Perkembangan dan implementasi teknologi pengenalan wajah merupakan bidang yang menarik.

Deteksi wajah atau *face detection* ini adalah awal dan bagian terpenting dari proses pengolahan berbagai fitur wajah, di antaranya pengenalan wajah, filter wajah, verifikasi wajah, ekspresi wajah, interaksi computer dengan manusia, dan masih banyak pengolahan fitur lainnya (Kumar et al., 2019). Hal tersebut membuat fitur deteksi wajah banyak dipelajari agar pada akhirnya mampu digunakan untuk membantu memenuhi kebutuhan dalam berbagai bidang pada kehidupan kita sehari-hari.

Ada banyak hal yang memungkinkan Kendala dalam pendeteksian wajah, menjadi alasan yang mengurangi tingkat akurasi dan deteksi deteksi wajah. Kendala-kendala tersebut yaitu *Odd expressions*: (Ekspresi aneh) Wajah manusia dalam sebuah gambar mungkin memiliki ekspresi aneh yang tidak seperti biasanya, yang merupakan tantangan untuk pendeteksian wajah, *Face Occlusion* (Oklusi wajah): Wajah oklusi menyembunyikan wajah oleh objek apapun. Misalnya kacamata, syal, tangan, rambut, topi, dan benda lain, dll. Ini juga mengurangi tingkat deteksi wajah, Illumination (Iluminasi/pencahayaan): Efek pencahayaan mungkin tidak seragam pada gambar. Beberapa bagian dari gambar mungkin memiliki iluminasi yang sangat tinggi dan yang lainnya mungkin memiliki iluminasi yang sangat rendah, *Complex Background* (Latar belakang yang kompleks): Latar belakang yang kompleks berarti banyak objek yang ditampilkan dalam gambar, yang mengurangi akurasi dan kecepatan deteksi wajah, *Too many faces in the image* (Terlalu banyak wajah dalam gambar): Artinya gambar mengandung terlalu banyak wajah manusia, yang merupakan tantangan untuk pendeteksian wajah, *Less Resolution* (Kurang resolusi): Resolusi gambar mungkin sangat buruk, yang juga menantang untuk deteksi wajah, Skin Color (Warna kulit): Warna kulit berubah sesuai dengan lokasi geografis. Warna kulit orang Cina berbeda dengan orang Afrika dan warna kulit orang Afrika berbeda dengan orang Amerika dan seterusnya. Mengubah warna kulit juga menantang untuk deteksi wajah, *Distance* (Jarak): Jarak yang terlalu jauh antara kamera dan wajah manusia dapat mengurangi tingkat deteksi wajah manusia dalam gambar, *Orientation* (Sudut): Orientasi wajah adalah pose wajah dengan sudut. Ini juga mengurangi akurasi dan tingkat deteksi deteksi wajah. (Kumar et al., 2019)
Penelitian ini memilih pengenalan wajah dengan berbagai rotasi wajah yang berbeda (dari kiri ke kanan) dan membuat kumpulan dataset foto yang terdiri dari 10 orang dan 9 variasi sudut: yaitu 4 sudut ke kiri (-90, -67.5, -45, -22.5), 4 sudut ke kanan (22.5, 45, 67.5, 90) dan satu sudut nol derajat untuk menguji sistem deteksi wajah yang telah dibuat oleh peneliti.

2. STUDI PUSTAKA

3.1. *Haar Cascade Classifier*

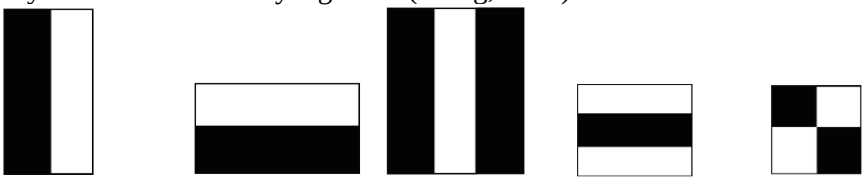
Algoritma *Haar Cascade* merupakan salah satu algoritma pengenalan wajah. Algoritma ini dapat mengenali objek, termasuk wajah manusia, dengan cepat dan real time. Algoritma *Haar Cascade* memiliki keunggulan komputasi yang cepat, karena hanya mengandalkan jumlah piksel dalam persegi pada citra. (Ludia Ramadini & Haryatmi, 2022).

Haar Cascade menggabungkan tiga hal dasar. Pertama, yaitu memiliki beberapa fungsi yang memungkinkan penghitungan yang tepat dan cepat. Hal ini dapat mengurangi variabilitas dalam kelas dan meningkatkan variasi antar kelas. Yang kedua adalah menerapkan algoritma yang memungkinkan pemilihan fungsi dan pelatihan. Ketiga, hasil klasifikasi digunakan untuk membentuk *cascade* langkah demi langkah dengan skema deteksi yang lebih kompleks, cepat, dan efisien.
Haar Cascade dapat dilatih untuk mengenali banyak objek. Yang harus kita lakukan hanyalah menentukan wilayah wajah dengan probabilitas tertinggi. Wajah memiliki lapisan warna kulit dan piksel di dalam kulit. Metode segmentasi yang dipilih berdasarkan warna piksel wajah. Kemudian validasi menggunakan *Haar*

Cascade Classifier. Jika piksel yang diverifikasi cocok dengan geometri tersebut, sistem telah menemukan wajah yang dimaksud. Jika tidak sesuai maka sistem akan mengabaikannya.

3.1.1. Fitur *Haar (Haarlike Feature)*

Fitur adalah langkah pertama yang diperlukan dalam deteksi objek menggunakan metode *Haar Cascade*. Fitur digunakan karena pemrosesan fitur lebih cepat dibandingkan pemrosesan gambar piksel demi piksel. Fitur haar (haarlike feature) adalah piksel yang ditangkap dalam suatu gambar yang membentuk persegi panjang sederhana yang dibagi menjadi dua bagian: bagian gelap dan bagian terang. Dengan mengurangkan piksel rata-rata setiap wilayah gelap dari piksel rata-rata di salah satu wilayah terang, ditentukan apakah terdapat karakteristik haar (Abidin, 2018). Jika nilai selisihnya berada di atas ambang batas atau threshold, kita dapat mengasumsikan bahwa fitur tersebut ada. Untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya ratusan fitur rambut pada gambar di berbagai skala secara efisien. Ukuran dan posisi pola haarlike feature dapat bervariasi seperti yang terlihat pada gambar berikut, asalkan persegi panjang hitam dan putihnya memiliki dimensi yang sama (Wang, 2014).



(a). edge feature *b). edge feature* *(c). line feature* *(d). line feature* *(e). four-rectangle feature*

Gambar 1 Fitur haar bekerja pada image

3.1.2. *Integral Image*

Integral image adalah teknik yang digunakan oleh Viola Jones untuk menentukan secara akurat apakah suatu gambar berisi ratusan fitur haar *Integral image* adalah teknik yang dapat mempercepat proses pendeteksian objek dengan menggabungkan unit terkecil dari suatu gambar, atau nilai piksel, menjadi representasi gambar baru dengan menambahkan piksel di sebelah kiri dan di atas suatu titik.
Contoh, gambar masukan tertentu memiliki dimensi 5x5 dengan jumlah piksel sebagai berikut.

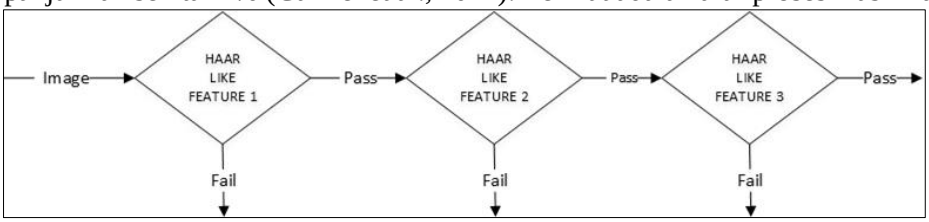
2	4	7	5	8
1	5	9	7	7
4	6	8	5	6
3	5	6	6	7
4	4	5	3	6

Gambar 2 Citra dimensi 5x5

2	6	13	18	26
3	12	28	40	55
7	22	46	63	84
10	30	60	83	111
14	38	73	99	133

Gambar 3 Integral image citra 5x5

Pada klasifikasi tingkat pertama, setiap sub citra diklasifikasi menggunakan satu fitur. Hasil klasifikasi awal ini yaitu "Pass" bila gambar tersebut memenuhi fitur haar tertentu, dan "fail" jika tidak sesuai. (Saputro et al., 2020). Klasifikasi ini kira-kira akan menyisakan 50% subcitra untuk diklasifikasi di tahap kedua. Hasil dari klasifikasi kedua berupa Pass untuk gambar yang memenuhi proses integral image dan Fail bila tidak seperti pada gambar 4. Ketika tingkat klasifikasi meningkat, lebih banyak fitur yang digunakan karena diperlukan persyaratan yang lebih spesifik. Jumlah sub-citra yang lolos klasifikasi juga akan berkurang hingga mencapai jumlah sekitar 2% (Cuimei et al., 2017). Berikut adalah alur proses klasifikasi bertingkat:



Gambar 4 Klasifikasi Bertingkat

3.2. Local Binary Pattern Histogram (LBPH)

Local binary pattern (LBP) adalah salah satu metode paling terkenal untuk mengenali objek. Dalam hal ini digunakan suatu metode untuk membedakan objek dan latar belakangnya. Local binary pattern Histogram (LBPH) adalah algoritma yang menggabungkan LBP dan Histogram of Oriented Gradiens (HOG). Gambar wajah yang diambil oleh kamera dibandingkan dan dicocokkan menggunakan histogram yang diekstraksi terhadap gambar wajah di database.

Operator dasar LBP ukuran 3x3 menggunakan 8 piksel yang berdekatan dari piksel tengah I_c. Piksel tetangga ke-n di-*threshold* menggunakan nilai keabuan piksel tengah seperti ditunjukkan pada Persamaan (1) dan fungsi ambang batas *(thresholding)* s(x) ditunjukkan pada Persamaan (2). Kode biner piksel tetangga yang diperoleh dari operator LBP digunakan untuk merepresentasikan fitur piksel pusat I_c. (Amat et al., 2017).

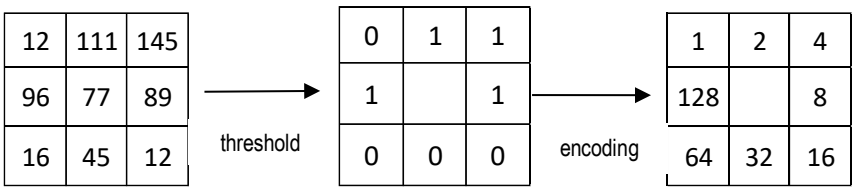
LBP yang dihasilkan dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^{7} s(i_n - i_c)2^n \quad (1)$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & if\ x \geq 0 \\ 0, & if\ x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Proses pertama adalah mengurangkan piksel disekitarnya dari piksel tengah (1). Selanjutnya kita melakukan ambang batas (*threshold*) hasil pengurangan menggunakan Persamaan (2). Jika hasilnya lebih besar dari 0, diberi nilai 1; jika hasilnya lebih besar dari 0, diberi nilai 1. Nilai biner dari piksel yang berdekatan kemudian disusun berlawanan arah jarum jam dan delapan bit biner diubah menjadi nilai desimal untuk menggantikan nilai piksel tengah i_c (Isnanto et al., 2021).

Secara umum, algoritma ekstraksi menggunakan LBP terdiri dari dua langkah: langkah thresholding dan langkah encoding. Langkah thresholding, membandingkan semua nilai piksel tetangga dengan nilai pusat pada setiap polanya, dan mengubah nilai tersebut menjadi nilai biner, yaitu 0 dan 1. (Khan et al., 2019). Tahapan proses *thresholding* dan *encoding* terdapat pada gambar berikut:



Pattern = 00001110 → LBP = 2 + 4 + 8 + 128 = 142

3.3. *Opencv (Open-Source Computer Vision Library)*

Opencv merupakan *library open source* yang dikembangkan oleh Intel yang berfokus pada penyederhanaan pemrograman terkait gambar digital. OpenCV sudah memiliki banyak fitur antara lain pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, Kalman filtering, dan berbagai jenis metode AI (kecerdasan buatan) (Santoso & Kristianto, 2020). Menyediakan low level API untuk berbagai algoritma sederhana yang terkait dengan computer vision.

OpenCV adalah *library open source* computer vision untuk bahasa pemrograman *C/C++*, dikembangkan untuk *Python, Java, dan Matlab*. *OpenCV* memiliki banyak fitur yang dapat Anda gunakan.

Fitur utama *OpenCV* (Laganiere, 2017) antara lain sebagai berikut:

- Image and video I/O

Antarmuka ini memungkinkan Anda membaca data gambar dari file atau umpan video langsung. Pembuatan file gambar dan video juga dimungkinkan.

- *Computer Vision* secara umum dan Pemrosesan Gambar Digital (untuk API tingkat rendah dan menengah)

Antarmuka ini memungkinkan Anda bereksperimen dengan berbagai algoritma computer vision standar. Juga mencakup deteksi garis, tepi, puncak, proyeksi elips, piramida gambar untuk pemrosesan gambar multiskala, pencocokan templat, dan berbagai transformasi (Fourier, Transformasi Kosinus Diskrit, Transformasi Jarak), dll.

- Modul computer vision high level

OpenCV juga menyertakan fitur pengenalan wajah tambahan, fitur "high level" seperti pengenalan wajah, termasuk optical flow.

- Metode untuk AI dan machine learning

Aplikasi computer vision sering kali memerlukan machine learning atau metode AI lainnya, dan beberapa metode itu tersedia di library Opencv.

- Sampling gambar dan transformasi

OpenCV memiliki antarmuka untuk mengurangi subwilayah dari gambar, pengambilan sampel acak, rotasi, dll.

3.4. *Grayscale*

Citra grayscale adalah gambar yang hanya memuat warna tingkat keabuan. citra skala abu-abu memerlukan lebih sedikit informasi tentang setiap piksel dibandingkan gambar berwarna. Warna abu-abu pada citra skala abu-abu adalah warna R (merah), G (hijau), dan B (biru) yang mempunyai intensitas yang sama.

Oleh karena itu, citra skala abu-abu hanya memerlukan satu nilai intensitas, sedangkan citra berwarna memerlukan tiga nilai intensitas per piksel. Intensitas citra skala abu-abu disimpan sebagai bilangan bulat 8-bit yang memberikan 256 kemungkinan dari level 0 hingga 255 (hitam adalah 0, putih adalah 255, dan nilai di antaranya adalah tingkat abu-abu). Rumus untuk mengubah RGB ke greyscale adalah sebagai berikut:

Grayscale = 0.299R + 0.587G + 0.114B

Citra yang dihasilkan pada tahap ini nantinya akan diproses pada tahap ekstraksi karakteristik citra dan pengenalan wajah.

Gambar 5 Grayscale level

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini akan menjelaskan dan menggambarkan mengenai langkah-langkah yang peneliti lakukan untuk mencapai tujuan penelitian.

3.1. Perangkat Penelitian

3.1.1. Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan pada saat pembuatan sistem yaitu:

- Platform: Laptop
- Processor: Intel(R) Core (TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz

- RAM: 8,00 GB
- HDD: 1 TB
- VGA: Intel(R) UHD Graphics 620, NVIDIA GeForce MX150
- Kamera: Logitech C310 Webcam HD 720p

3.1.2. Perangkat Lunak

Selain perangkat keras yang digunakan untuk mendukung sistem, digunakan juga perangkat-perangkat lunak antara lain:

- Sistem Operasi: Windows 11 64 bit
- Python 3.7.0
- Visual Studio Code
- OpenCV 4.5.4.58
- Numpy 1.21.4
- CMD

3.2. Deteksi Wajah

Wajah adalah objek utama yang akan dideteksi oleh sistem, proses pertama yang dilakukan yaitu men-*capture* gambar dari webcam. Lalu kemudian sistem akan memindai apakah ada wajah dalam gambar tersebut (Kawulok et al., 2016). Tantangan-tantangan dalam deteksi wajah adalah alasan yang mengurangi akurasi dan tingkat deteksi deteksi wajah (Kumar et al., 2019). Salah satu halangan tersebut yaitu posisi sudut wajah, posisi pada sudut wajah bisa menjadi alasan tidak terdeteksinya sebuah wajah. Jika terdapat wajah maka Langkah selanjutnya sistem akan melakukan *preporcessing* yaitu dengan mengubah gambar RGB menjadi *grayscale* dan men-*crop* bagian wajah yang sudah ditandai dengan kotak ROI (*Region Of Interest*).

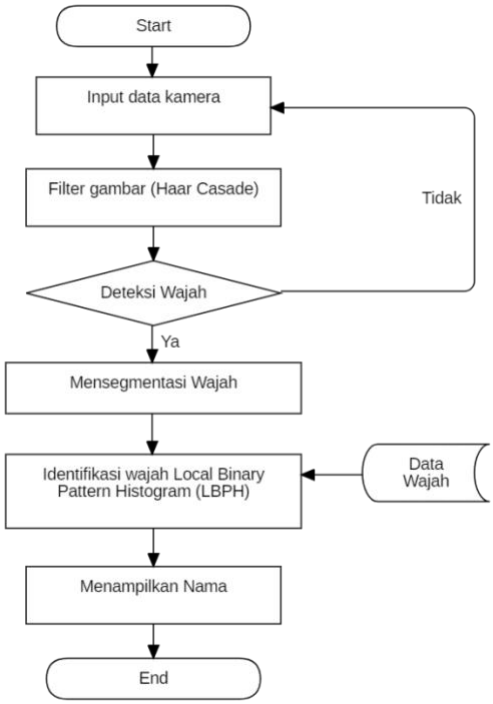
3.3. Pembuatan Dataset

Sebelum dapat melakukan pengenalan wajah, wajah user harus disimpan dahulu ke dalam database untuk mengetahui nilai lBPH (Local Binary Pattern Histogram) pada citra (Al-Aidid & Pamungkas, 2018), Dalam tahap pembuatan dataset ini, kamera webcam yang sudah berada posisi siap untuk merekam wajah user. Gambar yang sudah terekam kemudian dimasukan ke folder sendiri bernama dataset_webcam. Kemudian sub-folder diberikan nomor ID dari setiap wajah-wajah user. Lalu folder yang bernamakan ID berisikan gambar wajah yang terekam sebanyak 50 gambar.

Gambar 6 Hasil Pembuatan Dataset

3.4. Pengenalan Wajah

Sistem pengenalan wajah dimulai dengan menginputkan data gambar yang sudah direkam. Kemudian sistem akan mengidentifikasi gambar tersebut apakah sesuai dengan gambar yang ada di dalam database (Jain & Li, 2011), apabila gambar teridentifikasi maka sistem akan menampilkan nama objek gambar tersebut. Alur kerja sistem pengenalan wajah speerti pada gambar berikut:



Gambar 7 Flowchart sistem pengenalan wajah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis melakukan pengujian sebanyak 2 tahapan. Pada Tahapan pertama penulis akan menguji berapa derajat sudut maksimal untuk algoritma haar casecade mendeteksi sebuah wajah. Untuk menentukan derajat kemiringan berapa saja yang masih dapat dikenali sebagai wajah, dilakukan pengambilan citra dengan beberapa sudut (Pradana et al., 2016). pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah ada wajah yang terbaca pada citra dengan sudut maksimal yang bisa ditangkap oleh algoritma haar cascade. Citra gambar diambil menggunakan smartphone lalu kemudian dikonversi menjadi ukuran 256 x 256 (Wiranda & Putra, 2022). Penulis melakukan pengujian dengan 9 variasi sudut wajah yang berbeda yaitu, 90^o ke kiri, 90^o ke kanan, 67.5^o ke kiri, 67.5^o ke kanan, 45^o ke kiri, 45^o ke kanan, 22.5^o ke kiri, 22.5^o ke kanan, dan 0^o untuk menguji nilai persentase terdeteksinya sebuah wajah (Al-Ghrairi et al., 2022). Dengan jumlah total citra yang diambil sebanyak 90 gambar dari 10 individu yang berbeda.

Kemudian pada tahapan kedua, penulis melakukan pengujian terhadap algoritma local binary pattern histogram untuk mengenali wajah pada sebuah citra dengan mengambil 10 gambar pada setiap individu dalam 2 kondisi waktu yang berbeda dengan ukuran gambar 640 x 480 dan berbagai pose dan ekspresi secara acak disetiap objeknya, Dengan jumlah total citra yang diambil sebanyak 140 gambar dari 14 individu yang berbeda.

4.1. Pengujian Deteksi Wajah

Hasil pengujian dengan mendeteksi dengan mendeteksi 10 objek wajah dan 9 variasi sudut, contoh pendeteksian pada objek 10 menunjukan hasil terdeteksinya wajah pada 22.5 derajat ke kiri, 0 derajat, dan 22.5 derajat ke kanan.

Untuk menghitung persentase keberhasilan deteksi wajah berdasarkan sudut maka dapat menggunakan rumus berikut:

Derajat (^{o}) = (jumlah objek terdeteksi) / (total jumlah objek) x 100

Maka perihitungan pengujiannya yaitu sebagai berikut:

Derajat 22,5^o = 9/10 x 100

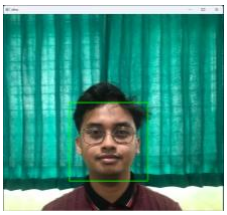
= 90 %

Gambar 8 derajat -90

Gambar 9 derajat -67,5

Gambar 10 derajat -45

Gambar 11 derajat 22,5


Gambar 12 derajat 0

Gambar 13 derajat 22,5

Gambar 14 derajat 45

Gambar 15 derajat 67,5

Gambar 16 derajat 90

Berikut adalah tabel persentasi terdeteksinya sebuah wajah dari 10 objek yang berbeda dan 9 sudut variasi sudut yang berbeda.

Tabel 1 Hasil persentase data

Gambar	**Derajat(º)**								
	-90	**-67,5**	**-45**	**-22,5**	**0**	**22,5**	**45**	**67,5**	**90**
object 1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
object 2	0	0	0	1	1	1	0	0	0
object 3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
object 4	0	0	1	1	1	1	1	1	0
object 5	0	0	0	1	1	1	1	0	0
object 6	0	0	1	1	1	1	1	0	0
object 7	0	0	0	1	1	1	1	0	0
object 8	0	0	1	1	1	1	1	1	0
object 9	0	0	1	1	1	1	1	1	0
object 10	0	0	0	1	1	1	0	0	0
persentase(%)	**0**	**0**	**40**	**90**	**100**	**90**	**60**	**30**	**0**

4.2. Pengujian Pengenalan Wajah

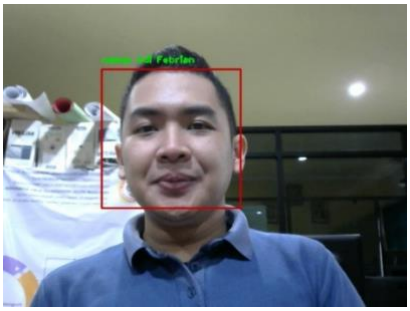
Berikut adalah hasil deteksi pengenalan wajah yang berisikan 14 objek wajah yang berisikan 10 ekspresi gambar secara acak, dan setiap objeknya diambil dengan 2 kondisi waktu yang berbeda.
Hasil perhitungan persentase keberhasilan mngenali wajah menggunakan rumus berikut:
FRR (%) = (jumlah citra dikenali)/(total citra uji) × 100

Maka hasil persentase pengujian menggenali wajah dengan algoritma LBPH yaitu sebagai berikut:

= (7+6+5+8+9+5+6+7+9+6+5+9+9+5)/140 × 100

= 96/140 × 100

= 69 %



Gambar 17 Citra Dikenali Benar

Gambar 18 Citra Dikenali Salah

Tabel 2 Hasil Persentase pengenalan wajah

Object	Gambar ke-										Dikenali Benar	Dikenali Salah	Persentase (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
object 1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	7	3	**70**
object 2	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	6	4	**60**
object 3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	5	**50**
object 4	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8	2	**80**
object 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	1	**90**
object 6	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	5	5	**50**
object 7	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6	4	**60**
object 8	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	7	3	**70**
object 9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	1	**90**
object 10	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6	4	**60**
object 11	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	5	**50**
object 12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	1	**90**
object 13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	1	**90**
object 14	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5	5	**50**
Rata-rata													**69**

5. KESIMPULAN

Sistem deteksi wajah yang diimplementasikan menggunakan algoritma haar cascade diuji dengan 10 data wajah yang berbeda dan 9 variasi sudut yang berbeda menghasilkan sudut 0^o memiliki akurasi paling tinggi untuk mendeteksi wajah dengan persentase 100%, diikuti dengan sudut -22.5^o dan 22.5^o dengan 90%. kemudian -67.5^o, -90^o, dan 90^o memiliki akurasi paling buruk dengan persentase 0%. Kemudian sistem pengenalan menggunakan Local Binary Pattern Histogram diuji dangan 10 posisi wajah yang diambil secara acak dengan 2 waktu yang berbeda menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi menghasilkan rata-rata persentase keberhasilan 69%.

REFERENCE

Abidin, S. (2018). Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab. *Jurnal Teknologi Elektronika*, *15*(1), 21–27. https://core.ac.uk/download/pdf/322526554.pdf

Al-Aidid, S., & Pamungkas, D. S. (2018). Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, *14*(1), 62–67. https://doi.org/10.17529/jre.v14i1.9799

Al-Ghrairi, A. H. T., Mohammed, A. A., & Sameen, E. Z. (2022). Face detection and recognition with 180 degree rotation based on principal component analysis algorithm. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, *11*(2), 593–602. https://doi.org/10.11591/ijai.v11.i2.pp593-602

Amat, R., Sari, J. Y., & Ningrum, I. P. (2017). Implementasi Metode Local Binary Patterns Untuk Pengenalan Pola Huruf Hiragana dan Katakana Pada Smartphone. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, *15*(2), 162–172. https://www.researchgate.net/profile/Jayanti-Yusmah-Sari/publication/319622261

Cuimei, L., Zhiliang, Q., Nan, J., & Jianhua, W. (2017). Human face detection algorithm via Haar cascade classifier combined with three additional classifiers. *IEEE 13th International Conference on Electronic Measurement & Instruments*, 483–487. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8265863/

Isnanto, R. R., Rochim, A. F., Eridani, D., & Cahyono, G. D. (2021). Multi-Object Face Recognition Using Local Binary Pattern Histogram and Haar Cascade Classifier on Low-Resolution Images. *International Journal of Engineering and Technology Innovation*, *11*(1), 45–58. https://doi.org/10.46604/IJETI.2021.6174

Jain, A. K., & Li, S. Z. (2011). *Handbook of Face Recognition* (Vol. 1). Springer. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-85729-932-1.pdf

Kawulok, M., Celebi, E., & Smolka, B. (2016). *Advances in Face Detection and Facial Image Analysis*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25958-1

Khan, M., Chakraborty, S., Astya, R., & Khepra, S. (2019). Face Detection and Recognition Using OpenCV. *International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS)*, 116–119. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8974493/

Kumar, A., Kaur, A., & Kumar, M. (2019). Face detection techniques: a review. *Artificial Intelligence Review*, *52*(2), 927–948. https://doi.org/10.1007/s10462-018-9650-2

Laganiere, R. (2017). *OpenCV 3 Computer Vision Application Programming Cookbook - Third Edition*. www.PacktPub.com

Ludia Ramadini, F., & Haryatmi, E. (2022). Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, *6*(2), 289–296. https://doi.org/10.30743/infotekjar.v6i2.4714

Pradana, A., Paulus, E., & Setiana, D. (2016). Deteksi Wajah dengan Berbagai Posisi Sudut pada Sekumpulan Orang dengan Membandingkan Metode Viola-Jones dan Kanade-Lucas-Tomasi. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, *5*(3), 136–141. https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/janapati/article/view/9920

Santoso, B., & Kristianto, R. P. (2020). Implementasi Penggunaan Opencv Pada Face Recognition Untuk Sistem Presensi Perkuliahan Mahasiswa. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, *9*(2), 352–361. http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id/index.php/stmsi/article/view/822

Saputro, F. R., Triyanto, A., Hidayati, N., & Evangelista P, D. (2020). *Face Detection Dengan Menggunakan Algoritma Viola Joness*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35193.21606

Syafitri, N., & Adri. (2017). Prototype Pendeteksi Jumlah Orang Dalam Ruangan. *IT Journal Research and Development*, *1*(2), 36–48. https://journal.uir.ac.id/index.php/ITJRD/article/view/678

Wang, Y. Q. (2014). An Analysis of the Viola-Jones Face Detection Algorithm. *Image Processing On Line*, *4*, 128–148. https://doi.org/10.5201/ipol.2014.104

Wiranda, N., & Putra, A. E. (2022). Mobile-based Primate Image Recognition using CNN. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, *16*(2), 149–158. https://doi.org/10.22146/ijccs.65640