

Available online at www.elektro.itn.ac.id

Journal Of **ALINIER**
Artificial Intelligence & Applications

Journal homepage: www.elektro.itn.ac.id

Alat Pendeteksi Wajah Mahasiswa Universitas Trunojoyo Madura (Utm) Menggunakan Metode Viola-Jones

Diana Rahmawati ^a, Muhamad Adityas Hani Pratama ^b, Kunto Aji Wibisono ^{ab}

^a Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, Jalan Raya Telang, Kabupaten Bangkalan 69162, Indonesia

^b Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, Jalan Raya Telang, Kabupaten Bangkalan 69162, Indonesia

^{ab} Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, Jalan Raya Telang, Kabupaten Bangkalan 69162, Indonesia

INFORMASI

Kata kunci:

wajah, metode *viola-jones*, pengolahan citra, deteksi

ABSTRACT

The face or face is the front of the head, the face consists of the nose, mouth, eyes, cheeks, forehead, lips and chin. There are various ways to detect faces, one of which is by using the Viola-Jones method. The Viola-Jones method is a method that combines support vector machines, boosting algorithms, and cascade classifiers. This study will detect the faces of several Trunojoyo Madura University students who will enter the room and the output will be displayed on the monitor along with their bright names. The face will be used as input which will later be processed or trained, after that it will be processed and classified to determine the label or bright name. This study got a face detection accuracy rate of 80%, this is because there are several factors that affect image processing, one of which is the intensity of light which has a very large effect on the image or image. The *viola-jones* method has 4 stages, namely *haar-like feature*, *integral image*, *adaboost*, *cascade classifier*, and the *cascade classifier* is used to classify the parts of the detected face, the parts that are not faces will be discarded.

Wajah atau muka adalah bagian depan dari kepala, dalam bagian wajah terdiri dari hidung, mulut, mata, pipi, dahi, bibir dan dagu. Pendeteksian wajah terdapat berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan menggunakan metode *Viola-Jones*. Metode *Viola-Jones* adalah metode yang menggabungkan *support vector machines*, *algoritma boosting*, dan *cascade classifier*. Penelitian ini akan mendeteksi wajah dari beberapa mahasiswa Universitas Trunojoyo Madura yang akan masuk ke ruangan dan keluarannya akan ditampilkan pada monitor beserta nama terang. Wajah tersebut akan dijadikan sebagai input yang nantinya akan diolah atau di *training*, setelah itu akan diolah dan diklasifikasi untuk menentukan label atau nama terangnya. Penelitian ini mendapat tingkat keakurasian deteksi wajah sebesar 80%, hal ini dikarena terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pengolahan citra salah satunya adalah intensitas cahaya yang sangat besar sekali pengaruhnya terhadap gambar atau *image*. Metode *viola-jones* mempunyai 4 tahapan yakni *haar-like feature*, *integral image*, *adaboost*, *cascade classifier*, dari 4 tahap tersebut *haar-like feature*, *integral image* adalah fitur yang digunakan untuk mendeteksi bagian-bagian wajah dari piksel per piksel, setelah itu *adaboost*, dan *cascade classifier* digunakan untuk mengklasifikasi bagian-bagian wajah yang terdeteksi, bagian-bagian yang bukan wajah akan dibuang.

* Corresponding author. Tel.: +62 813-3465-2733; fax: +62 341-417634

E-mail address: alinier@scholar.itn.ac.id

<http://dx.doi.org/>

Available online at www.elektro.itn.ac.id

Journal Of **ALINIER**
Artificial Intelligence & Applications

Journal homepage: www.elektro.itn.ac.id

1. Pendahuluan

Wajah atau muka adalah bagian depan dari kepala, dalam bagian wajah terdiri dari hidung, mulut, mata, pipi, dahi, bibir dan dagu. Kegunaan dari itu sendiri meliputi, ekspresi wajah, penampilan, dan identitas diri. Dalam wajah manusia tidak satupun yang mempunyai kesamaan yang mutlak, bahkan pada seseorang yang kembar sekaligus.

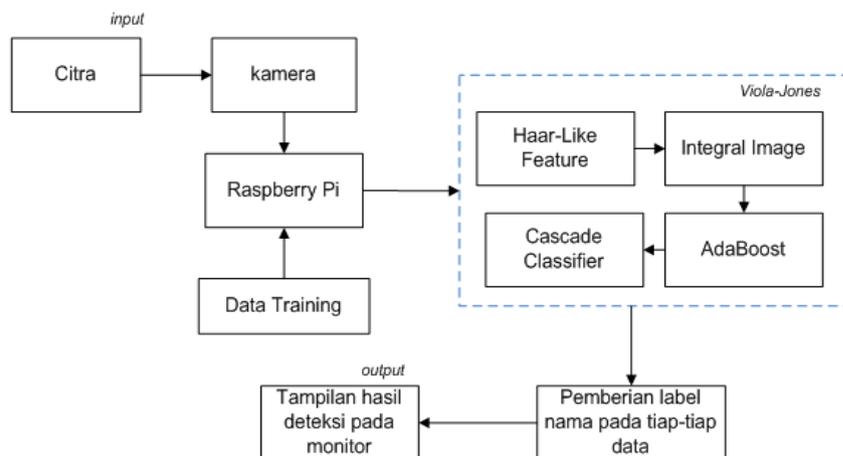
Di zaman yang maju ini banyak sekali pemanfaatan fitur deteksi wajah seperti, sistem akses keamanan dan kontrol. Untuk mendeteksi wajah terdapat berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan menggunakan metode *Viola-Jones*. Metode *Viola-Jones* adalah metode yang menyatukan *support vector machines*, *algoritma boosting*, dan *casccade classifier*. Metode ini dikembangkan untuk pengolahan citra digital, untuk mendapatkan citra atau gambar wajah manusia yang dideteksi dengan beberapa posisi. Metode *Viola-Jones* dapat menghasilkan hasil yang cepat, akurat, serta efisien.

Walaupun telah banyak sekali penelitian terkait pendeteksian dan pengenalan citra wajah pada manusia, namun pada intinya sistem ini belum sempurna perlu sekali dikembangkan lebih lagi untuk mendapatkan hasil yang bisa dikatakan sempurna. Hal yang perlu ditambah dalam pengembangan teknologi pengenalan atau pendeteksian wajah adalah dengan memberikan tambahan pada tingkatan kecepatan dan akurasi dalam pendeteksian. Dalam penelitian kali ini penulis akan mencoba mengembangkan sebuah teknologi pendeteksian wajah dengan menggunakan metode *Viola-Jones* untuk pengolahan citranya, nantinya penelitian ini akan diimplementasikan untuk mendeteksi wajah beberapa mahasiswa Universitas Trunojoyo Madura sebagai pengidentifikasian mahasiswa siapa saja yang masuk kedalam ruangan yang dipasang alat ini, dengan keluaran atau output dari alat ini adalah penampilan gambar wajah mahasiswa yang terdeteksi beserta nama terang di monitor. Alat ini nantinya juga bisa digunakan sebagai alat bantu dari absensi para mahasiswa yang masuk kedalam ruangan.

2. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini sistem yang dibuat adalah sistem yang dapat mendeteksi wajah para mahasiswa yang sudah dimasukan terlebih dahulu data wajah beserta nama terangnya. Komponen yang digunakan diantaranya Raspberry Pi sebagai pengganti PC, Kamera Logitech untuk input dan monitor sebagai tampilan akhir atau output.

2.1. Blok Diagram Sistem



Gambar. 1 Blok Diagram Sistem

* Corresponding author. Tel.: +62 813-3465-2733; fax: +62 341-417634

E-mail address: alinier@scholar.itn.ac.id

<http://dx.doi.org/>

Berikut adalah penjelasan dari gambar di atas :

- Input pada penelitian ini berupa citra wajah. Pengambilan citra pada penelitian ini menggunakan kamera logitech.
- Semua proses diolah dalam Raspberry Pi, karena Raspberry Pi digunakan sebagai pengganti PC (personal computer).
- Data training di sini digunakan untuk proses pengenalan wajah, yang mana nantinya dari tiap-tiap wajah input akan diberikan label berupa nama terang masing-masing.
- Setelah citra sudah diambil atau dibaca setelah itu ditentukan di Haar-like Feature, fitur ini berfungsi untuk mendeteksi objek pada citra yang berisi pixel-pixel yang berbentuk kotak berwarna hitam dan putih, selanjutnya kotak-kotak tersebut diproses dan dihasilkan sebuah selisih antara hitam dan putih atau nilai ambang (threshold). Dari nilai-nilai tersebut akan dipakai sebagai dasar pengolahan citra digital.
- Kemudian masuk ketahap integral image, tahap ini berfungsi untuk mengetahui dan menyatakan hasil dari fitur haar, proses ini akan menjumlahkan unit kecil atau piksel secara bersamaan. Nilai integral pada tiap-tiap piksel merupakan hasil jumlah piksel dari kiri atas sampai kanan bawah.
- Selanjutnya masuk ketahap learning atau AdaBoost, AdaBoost berfungsi untuk menggabungkan fitur lemah untuk menjadi fitur kuat. Di mana fitur lemah di sini adalah fitur yang dirasa bukan objek (wajah)
- Cascade Classifier, tahap ini adalah tahap klasifikasi, di mana pada klasifikasi terdapat beberapa tahap lagi dan di tiap tahap ada pengevaluasian untuk mengetahui mana citra bukan objek dan mana citra objek.
- Ketika wajah sudah terdeteksi lanjut pada tahap atau proses pemberian label nama pada setiap masukan sesuai dengan sampel data uji.
- Terakhir adalah output, dalam penelitian ini outputnya berupa wajah mahasiswa dengan label nama dari tiap-tiap mahasiswa yang nantinya akan ditampilkan pada sebuah monitor.

2.2. Kebutuhan Sistem

Dari desain sistem terdapat beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan diantaranya adalah :

Tabel 1 – Perangkat Lunak(Hardware)

Nama	Kegunaan
Open CV	Untuk proses pengolahan gambar
Driver kamera	Untuk menjalankan kamera logitech
Python	Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pengolahan gambar
VNC Viewer	Untuk mengolah Raspberry Pi
Raspbian	Sistem operasi pada Raspberry Pi

Tabel 2 – Perangkat Keras(Software)

Nama Alat dan Bahan	spesifikasi	Jumlah
Raspberry	Raspberry Pi 4B	1
Kamera	Logitech C525	1
Monitor	14 inch	1
SD Card	16 GB	1
Kabel Penghubung	Vga to HDMI	1

➤ Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan mini komputer yang berukuran seperti kartu ATM, walaupun ukuran Raspberry Pi kecil tetapi dapat melakukan beberapa hal seperti streaming youtube, menjalankan program perkantoran, media player dan lain-lain. Raspberry Pi memiliki beberapa processor, RAM dan port hardware yang seperti komputer pada umumnya.



Gambar. 2 Raspberry Pi

Berikut merupakan spesifikasi dari Raspberry Pi, walaupun dikatakan mini dan murah, beberapa spesifikasinya dapat dilihat seperti berikut:

- Chip : Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, dan SDRAM)
- CPU :700MHz ARM 1176JZF-S core
- GPU : Broadcom video core IV, OpenGL ES 2.0, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder
- Memory (SDRAM) : 512MB
- USB 2.0 ports : 2 (via integrated USB hub)
- Power ratings : 700mA (3,5W)
- Power source : 5volt
- Size : 85,60 x 53,98mm (3.370 x 2.125in)
- Weight : 45g (1,6 oz)
- Operating system : Debian GNU/Linux, Fedore, Arch Linux ARM, RISC OS

➤ Kamera



Gambar. 3 Webcam

Webcam merupakan sebuah PC (personal computer) kamera yang dikoneksikan ke internet. Webcam secara luas mulai digunakan sekitar satu dekade silam oleh berbagai macam aplikasi dan dunia web

➤ Open CV

Open CV (open source computer visual) merupakan library dari fungsi pemrograman untuk realtime visi komputer. Open CV menggunakan lisensi BSD dan bersifat grafis baik digunakan untuk akademis atau komersial. Pemakaian Open CV dapat menggunakan bahasa pemrograman diantaranya C, C++, Python, Java, Linux, dan lain-lain.



Gambar. 4 Open CV

➤ Python

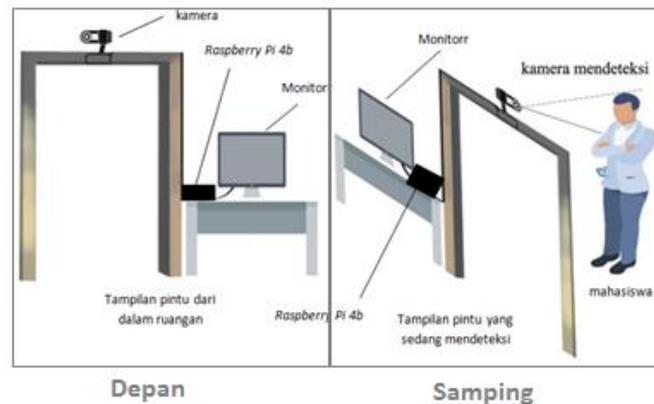
Python dapat diartikan sebagai bahasa pemrograman yang memiliki tingkat bahasa yang sangat tinggi atau disebut very high level language, di mana dalam penggunaannya dapat di berbagai sistem operasi lunak diantaranya Windows, Linux, dan lain-lain. Bahasa pemrograman python adalah sebuah bahasa yang pada saat ini sangat digemari oleh para programmer, karena pada python sendiri sudah banyak fitur-fitur yang sangat banyak sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.



Gambar. 5 Python

2.3. Desain Mekanik

Dalam rancangan mekanik ini di mana mahasiswa akan masuk ke ruang melalui pintu yang sudah dipasang kamera untuk pengambilan gambar. Apabila citra terdeteksi bahwa itu adalah wajah mahasiswa maka monitor akan memunculkan gambar dan nama terang. Berikut adalah desain mekanik dari penelitian ini

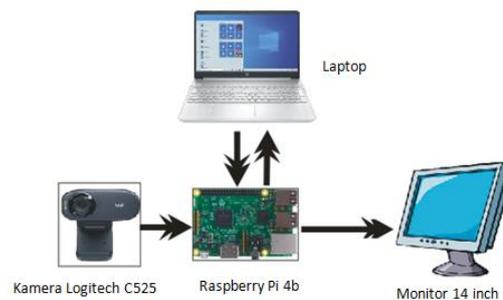


Gambar. 6 Desain Mekanik

Untuk proses mengidentifikasi wajah mahasiswa bisa dilihat pada gambar di atas. Gambar di atas menjelaskan bahwa :

- Gambar orang di atas menggambar salah satu dari sampel data yang akan diuji dengan alat.
- Alat penelitian ini nantinya akan dipasang di salah satu pintu ruangan
- Kamera dipasang di atas pintu untuk mengambil gambar
- Kamera akan disambungkan ke Raspberry Pi dan
- Raspberry Pi akan disambungkan ke monitor sebagai keluaran

Dalam sistem ini hanya mempunyai satu input yakni kamera *webcam*, dan mempunyai satu output yakni monitor untuk menampilkan hasil dari pendeteksian wajah dengan metode *Viola-Jones* berserta nama terangnya. Berikut adalah desain rangkaiannya :



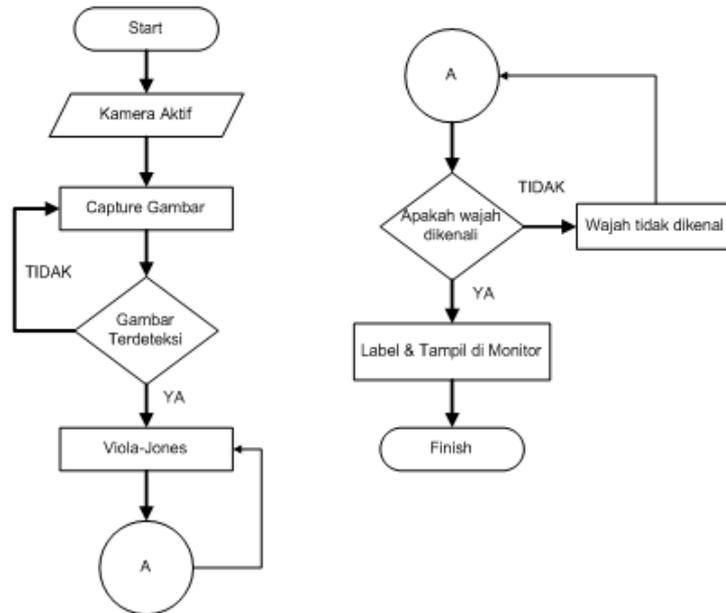
Gambar. 7 Desain Rangkaian

2.4. Menanisme Cara Kerja Alat

Langkah pertama mempersiapkan data *training* dan *library* untuk pemrograman, kemudian aktifkan kamera untuk mengcapture atau mengambil gambar dari mahasiswa yang masuk keruangan, setelah itu hasil dari pengambilan gambar yang terdeteksi akan diproses kedalam metode *Viola-Jones* dan yang tidak terdeteksi akan di *capture* gambar lagi, sehingga dapat menghasilkan klarifikasi atau identifikasi apakah *capture* atau citra itu dikenali atau bukan. Tahapan atau proses ini adalah inti dari deteksi wajah.

Setelah melalui proses inti maka output akan dihasilkan, jika hasil dari pengolahan gambar menunjukkan bahwa itu adalah salah satu mahasiswa yang dikenali, maka akan keluar informasi atau *output* pada monitor beserta nama terang mahasiswa tersebut, namun jika *input* yang diberikan merupakan orang atau mahasiswa yang tidak dikenali atau data belum ditraining maka keluarannya akan diolah lagi ketahap proses inti, dan apabila sudah diolah diproses inti, akan menghasilkan keluaran lagi jika masih tetap bukan wajah yang dikenali atau wajah bukan dari salah

satu sampel penelitian akan tetap keluar dengan nama salah satu dari sampel data tersebut. Hal ini dikarenakan ada kesamaan dari gambar input dengan gambar data yang sudah ditraining. Hal tersebut tidak bisa diselesaikan dalam penelitian karena penelitian ini menggunakan *machine learning* yang sangat bertumpu pada *hardware*. Berikut adalah tampilan dari *flowchart* cara kerja alat tersebut :



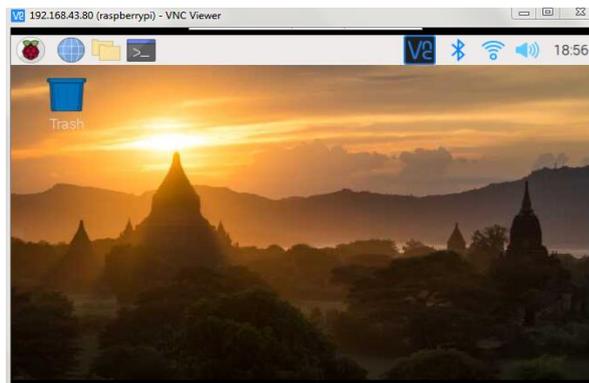
Gambar. 8 Flowchart sistem

3. Hasil Dan Analisa

3.1 Pengujian Alat

1. Pengujian Raspberry Pi

Dari pengujian Raspberry Pi dapat dilihat hasilnya seperti berikut :

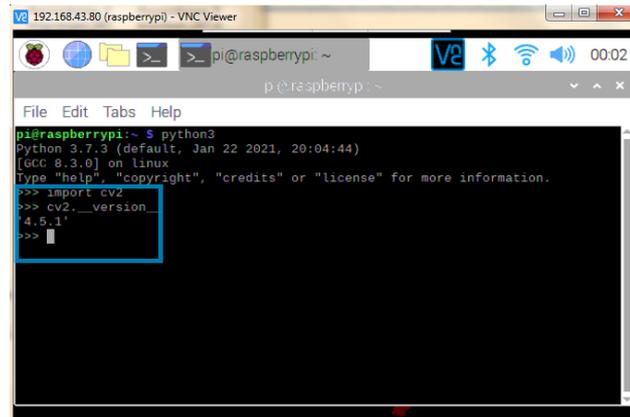


Gambar. 9 Tampilan Utama Dalam Raspberry Pi

Gambar di atas adalah tampilan *Raspberry Pi* yang sudah dikoneksikan dengan *software vnc viewer*. *Software VNC Viewer* dalam penelitian ini digunakan untuk mengontrol atau menjalankan *Raspberry Pi* melalui laptop, dan juga bisa digunakan sebagai pengecekan *Raspberry Pi* apakah *Raspberry Pi* dalam keadaan baik atau eror.

2. Pengujian Open CV dan Python

Software Open CV dalam penelitian ini digunakan untuk proses pengolahan gambar atau image, yang nantinya akan mengolah sebuah gambar wajah dari beberapa mahasiswa UTM yang dijadikan sebagai sampel penelitian. Untuk menjalankan program OpenCV dapat dilakukan dengan membuka terminal pada *Raspberry Pi*. Untuk mengetahui hasil dari pengujian ini, dapat dilihat melalui gambar berikut :



```

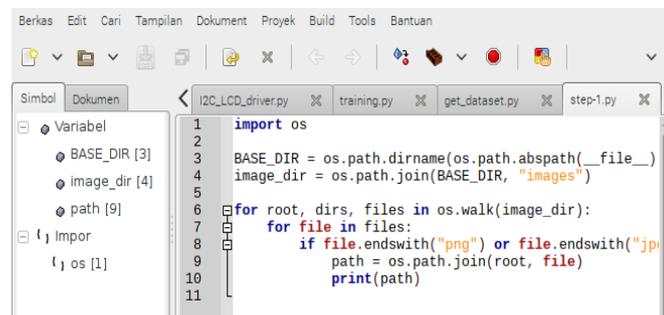
pi@raspberrypi:~$ python3
Python 3.7.3 (default, Jan 22 2021, 20:04:44)
[GCC 8.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import cv2
>>> cv2.__version__
'4.5.1'
>>>

```

Gambar. 10 Pemanggilan Open CV yang sudah terinstall

Gambar di atas menunjukkan bahwa Open CV sudah terinstall terbuka dengan pemanggilan yang sudah dilakukan. Setelah Open CV dan *python* sudah terinstall, selanjutnya yakni melakukan proses pemrograman dan pengolahan data yang sudah diambil melalui beberapa sampel dari mahasiswa UTM untuk pendeteksian wajah.

Berikut adalah tampilan proses pemrograman dari bahasa *python* dan Open CV yang sudah terinstall pada *Raspberry Pi* :



```

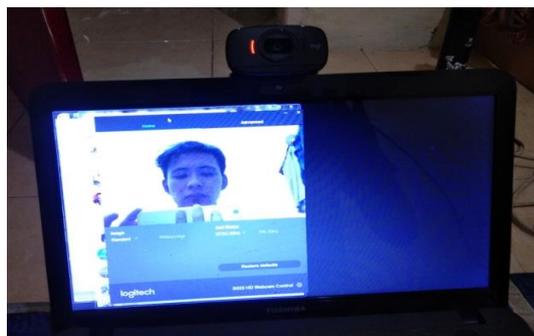
1 import os
2
3 BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
4 image_dir = os.path.join(BASE_DIR, "images")
5
6 for root, dirs, files in os.walk(image_dir):
7     for file in files:
8         if file.endswith("png") or file.endswith("jpg"):
9             path = os.path.join(root, file)
10            print(path)
11

```

Gambar. 11 Proses Pemrograman

3. Pengujian Kamera

Pada penelitian skripsi ini kamera yang digunakan adalah kamera jenis *logitech C525*. Pertama yang harus dilakukan adalah mengkoneksikan kamera dengan PC/laptop, untuk pengecekan terhadap kamera dapat dilihat secara langsung pada indikator yang ada pada kamera tersebut. Indikator yang dimaksud berupa lampu led, indikator akan menyala jika program meminta kamera untuk hidup, dan pada penerapan awal kamera mempunyai waktu yang sedikit lama untuk menyala, berikut adalah gambar indikator pada kamera yang menyala.



Gambar. 12 Uji Kamera

3.2 Hasil Pengujian

Data dan hasil dari pengujian alat secara keseluruhan yang telah dilakukan, gambar yang dikenal merupakan data atau gambar dari beberapa mahasiswa UTM yang dijadikan sampel dari penelitian alat ini dan sudah ditraining terlebih dahulu untuk mengenali wajah pada gambar tersebut. Jika gambar masukkan bukan bagian dari sampel data yang sudah ditentukan maka, masukkan tersebut akan salah dalam pengenalannya wajahnya. Berikut adalah tampilan awal dari alat pendeteksian alat ini :



Gambar. 13 Tampilan Awal

Gambar wajah yang tidak terdeteksi merupakan gambar yang belum di training terlebih dahulu. Hal ini merupakan wujud dari pengolahan citra, untuk mengetahui atau mengenal gambar dengan tingkat yang akurat diperlukan pembelajaran atau pengolahan data lebih banyak lagi, jadi semakin banyak data yang ditraining maka hasilnya akan semakin akurat. Berikut adalah hasil uji coba jika wajah tertutup:



Gambar. 14 Wajah tidak terdeteksi

Gambar di atas menunjukkan bahwa wajah tidak terdeteksi, hal ini dikarenakan bagian dari wajah tersebut yang tertangkap kamera tertutup oleh tangan, sehingga proses pembacaan atau pengidentifikasi terganggu, dan hasilnya program ini tidak mengenali itu wajah atau bukan. Berikut adalah hasil dari pengujian alat :

Tabel 3 – Hasil Uji Coba Alat dengan Mahasiswa

Label data (nama wajah)	Hasil uji	Keterangan
Abdul Ghofur		Benar

Bayu Syahri



Benar

Hendra Wahyu A



Benar

Heru Cahyono



Benar

Lutfi Nurbaiti



Benar

M. Puja Bangsa



Benar

Mar'atus Sholihah



Salah

Rizal Zahru M



Salah

Santi Setia Nur'aini		Benar
Triska Nurcahayati		Benar

Dari hasil pengujian di atas dapat dilihat terdapat 30 sampel data yang diuji, dengan nilai keakuratan atau hasil akurasi sebesar 24 dan nilai salah sebesar 6. Untuk menentukan atau menghitung persentase nilai keakuratan dapat menggunakan rumus berikut :

$$N = \frac{n}{b} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

- N = persentase nilai keakuratan
- n = nilai akurat dari data yang diuji
- b = banyak data yang diuji

Bila presentasi nilai akurat dalam penelitian ini dihitung dengan rumus diatas maka menjadi

$$N = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

Jadi persentase nilai keakuratan penelitian ini sebesar 80%. Secara otomatis tingkat kegagalan program atau persentase error dalam program ini sebesar $100\% - 80\% = 20\%$.

Dari perhitungan di atas dapat menghasilkan nilai akurat sebesar 80% hal ini disebabkan karena minimnya data dari tiap-tiap sampel yang dijadikan data training sehingga sangat mempengaruhi sekali bagi program untuk mendeteksi wajah dengan tingkat akurat tinggi.

4. Kesimpulan

Dari hasil semua uji coba penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Untuk menentukan tingkat keakuratan yang tinggi perlu lebih banyak data lagi yang harus ditraining, hal ini dikarenakan semakin banyak data training maka akan semakin akurat nilai output yang diperoleh.
2. Penelitian ini dapat diambil persentase tingkat keakuratan sebesar 80%, nilai tersebut hitung dari nilai (akurat/benar dibagi dengan jumlah seluruh sampel data dan dikali 100%). Penyebab dari nilai akurasi yang hanya 80% adalah keterbatasan atau minimnya data dari pengolahan data training dan tingkat error sebesar 20%.
3. Selain data training hal yang perlu dikaji lebih adalah tingkat intensitas cahaya karena intensitas cahaya itu sangat berpengaruh besar pada pengolahan pada gambar.

Acknowledgements

Terimakasih kepada ITN (Institut Teknologi Nasional) Malang dalam membantu menerbitkan jurnal saya yang berjudul “alat pendeteksi wajah mahasiswa Universitas Trunojoyo Madura (UTM) dengan menggunakan metode viola-jones”.

DAFTAR PUSTAKA

- M. Rahayu, “Pengenalan Bentuk Wajah Manusia Pada Citra Menggunakan Metode Fisherface,” *TECHSI J. Penelit. Tek. Inform.*, vol. 15, pp. 1–11, 2015.
- A. Suharso, “Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Viola-Jones dan Eigenface Dengan Variasi Posisi Wajah Berbasis Webcam,” *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 19–30, 2017, doi: 10.36805/technoxplore.v1i2.107.
- R. E. Putri, T. Matulatan, and N. Hayaty, “Sistem Deteksi Wajah Pada Kamera Realtime dengan menggunakan Metode Viola Jones,” *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 30–37, 2019, doi: 10.31629/sustainable.v8i1.526.
- N. T. Deshpande and S. Ravishankar, “Face Detection and Recognition using Viola-Jones algorithm and fusion of LDA and ANN,” *IOSR J. Comput. Eng.*, vol. 18, no. 6, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/c5cf/c1f5a430ad9c103b381d016adb4cba20ce4e.pdf>.
- M. M. Raharjo *et al.*, “MENGUNAKAN ALGORITMA VIOLA-JONES FACE DETECTION SYSTEM AND A OBJECT USING VIOLA-JONES ALGORITHM BASED OPEN CV Abstract.”
- J. Huang, Y. Shang, and H. Chen, “Improved Viola-Jones face detection algorithm based on HoloLens,” *Eurasip J. Image Video Process.*, vol. 2019, no. 1, 2019, doi: 10.1186/s13640-019-0435-6.
- P. Dwisnanto, B. Teguh, and Winduratna.B, “Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones,” *Semin. Nas. Science, Eng. Technol.*, pp. 1–5, 2012.
- R. Munir, “Pengantar Pengolahan Citra,” *Pengolah. Citra Digit.*, no. Bagian 1, pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: <http://rosni-gj.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/15431/pendahuluan.pdf>.
- R. Wahyusari and B. Haryoko, “Penerapan Algoritma Viola Jones untuk Deteksi Wajah,” *J. Maj. Ilm. STTR Cepu*, pp. 44–49, 2014.
- A. goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, “Pendeteksian Target Wajah Manusia Dengan Metode Viola- Jones,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- A. R. Syafira, “Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 26–33, 2017, doi: 10.23917/emitor.v17i1.5964