

# Penerapan Pengenalan Wajah dengan Algoritma Viola-Jones Artificial Intelligence Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32-CAM

<sup>1</sup> Agus Rianto

<sup>1</sup> Sistem Komputer, Universitas Surakarta, Surakarta  
<sup>1</sup>riantosolo73@gmail.com

---

## Article Info

### Article history:

Received May 12<sup>th</sup>, 2024

Revised May 20<sup>th</sup>, 2024

Accepted June 26<sup>th</sup>, 2024

---

### Keyword:

Facial Recognition  
Viola-Jones Algorithm  
Artificial intelligence  
Internet for everything  
ESP32-CAM

---

## ABSTRACT

With the advancement of technology today, facial recognition technology is rapidly evolving and is used in various fields such as AI-based security, authentication, and data analysis. This research aims to develop an efficient and real-time facial recognition system by implementing the Viola-Jones algorithm on an ESP32-CAM device. The ESP32-CAM microcontroller serves as a camera sensor that includes a microcontroller based on the Internet of Things (IoT). This system is designed to enhance security and ease of access in various applications that can be controlled in real-time. The main benefit of this research is to utilize the computational capabilities of the affordable and energy-efficient ESP32-CAM to provide a facial recognition solution that can be integrated with other IoT systems. Additionally, the use of the Viola-Jones algorithm allows for quick and accurate face detection, although there are some challenges related to lighting variations and viewing angles. The primary issue faced in this research is the computational power and memory limitations of the ESP32-CAM, which can affect the performance of the facial recognition algorithm. Therefore, this research also includes algorithm optimization and system configuration to overcome these limitations and ensure optimal performance. The results of this research are expected to make a significant contribution to the field of IoT-based security by providing practical, effective solutions that can be applied in various environments.

Copyright © 2024 Jurnal FORTECH.  
All rights reserved.

---

### Corresponding Author:

First Author,  
Email: riantosolo73@gmail.com

---

**Abstrak**— Dengan berkembangnya teknologi sekarang ini teknologi pengenalan wajah berkembang sangat pesat digunakan dalam berbagai bidang, seperti keamanan berbasis AI, otentikasi, dan analisis data.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengenalan wajah yang efisien dan real-time dengan mengimplementasikan algoritma Viola-Jones pada perangkat ESP32-CAM, mikrokontrol ESP32 – CAM ini sebagai sensor kamera yang sudah include mikrokontrol yang berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan dan kemudahan akses di berbagai aplikasi yang dapat dikontrol secara real time

Manfaat utama dari penelitian ini adalah memanfaatkan kemampuan komputasi ESP32-CAM yang terjangkau dan hemat energi untuk menyediakan solusi pengenalan wajah yang dapat diintegrasikan dengan sistem IoT lainnya. Selain itu, penggunaan algoritma Viola-Jones memungkinkan deteksi wajah yang cepat dan akurat, meskipun terdapat beberapa kendala terkait variasi pencahayaan dan sudut pandang.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam penelitian ini adalah keterbatasan daya komputasi dan memori pada ESP32-CAM, yang dapat mempengaruhi kinerja algoritma pengenalan wajah. Oleh karena itu, penelitian ini juga mencakup optimasi algoritma dan pengaturan sistem untuk mengatasi keterbatasan tersebut dan memastikan kinerja yang optimal.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang keamanan berbasis IoT dengan menghadirkan solusi yang praktis, efektif, dan dapat diterapkan di berbagai lingkungan.

**Kata Kunci:** Pengenalan Wajah, Algoritma Viola-Jones, Artificial Intelligence, Internet of Things, ESP32-CAM

## 1. PENDAHULUAN

Di era modern, teknologi pengenalan wajah semakin marak digunakan dalam berbagai bidang, seperti keamanan, otentikasi, dan analisis data. Hal ini didorong oleh beberapa faktor, di antaranya:

**Meningkatnya kebutuhan akan keamanan:** Ancaman keamanan semakin kompleks, sehingga dibutuhkan sistem keamanan yang lebih canggih dan akurat. Pengenalan wajah menawarkan solusi yang efektif untuk mengidentifikasi individu dan mencegah akses yang tidak sah.

**Kemajuan teknologi AI:** Perkembangan pesat dalam bidang kecerdasan buatan (AI) memungkinkan pengenalan wajah menjadi lebih akurat dan efisien. Algoritma seperti Viola-Jones terbukti handal dalam mendeteksi dan mengenali wajah dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang.

**Ketersediaan perangkat IoT:** Internet of Things (IoT) membuka peluang baru untuk menerapkan pengenalan wajah dalam berbagai perangkat dan infrastruktur. ESP32-CAM, sebagai salah satu perangkat IoT yang populer, menawarkan platform yang hemat biaya dan mudah digunakan untuk membangun sistem pengenalan wajah berbasis IoT. Penerapan pengenalan wajah dengan algoritma Viola-Jones AI berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM memiliki beberapa keuntungan, di antaranya: **Akurasi tinggi:** Algoritma Viola-Jones terbukti handal dalam mendeteksi dan mengenali wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi. **Efisiensi:** Sistem ini dapat bekerja dengan cepat dan efisien, sehingga cocok untuk aplikasi real-time.

**Hemat biaya:** ESP32-CAM merupakan perangkat IoT yang relatif murah, sehingga memungkinkan untuk membangun sistem pengenalan wajah dengan biaya yang terjangkau. Kemudahan penggunaan: ESP32-CAM mudah diprogram dan digunakan, sehingga memungkinkan bagi pengguna dengan

berbagai tingkat keahlian untuk membangun sistem ini. Dengan berbagai keunggulan tersebut, penerapan pengenalan wajah dengan algoritma Viola-Jones AI berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM memiliki potensi yang besar untuk diterapkan dalam berbagai bidang, seperti Sistem keamanan: Sistem ini dapat digunakan untuk mengontrol akses ke gedung, ruangan, atau perangkat, serta untuk mendeteksi penyusup.

Otentikasi: Sistem ini dapat digunakan untuk memverifikasi identitas pengguna dalam berbagai aplikasi, seperti perbankan, e-commerce, dan kontrol akses fisik.

Analisis data: Sistem ini dapat digunakan untuk menganalisis data video dan gambar, seperti untuk melacak pergerakan orang, mengidentifikasi individu dalam suatu keramaian, dan menganalisis perilaku manusia.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Metode

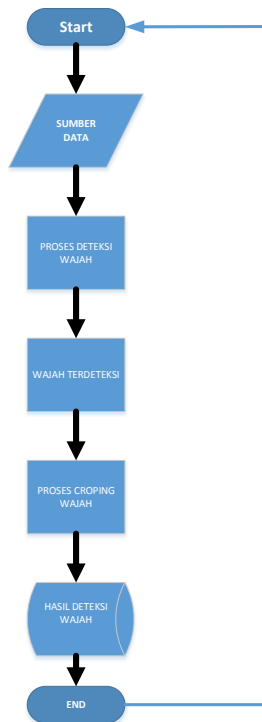
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peneliti menggunakan metode 1. Studi literature 2. Perancangan alat secara software dan hardware, dan 3. Eksperimentasi

Dalam perancangan Pengenalan Wajah dengan Algoritma Viola-Jones Artificial Intelligence Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32-CAM yaitu perancangan software dan hardware.

Perancangan Software berbasis Artificial Intelligence 1. Perancangan Pengenalan Wajah dengan algoritma Viola - Jones

Proses deteksi wajah

Dalam proses deteksi wajah peneliti menggunakan kamera yang digunakan yaitu kamera Web Cam yang terdapat pada mikrokontrol ESP32-Cam. Diagram alir untuk proses deteksi wajah menggunakan algoritma Viola - Jones dapat digambarkan pada gambar flowchart sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir deteksi wajah menggunakan Algoritma Viola – Jones



Gambar 2. Proses deteksi wajah menggunakan MATLAB

Dalam penerapan proses deteksi wajah peneliti menggunakan algoritma viola - jones, tahapan awal proses deteksi wajah dilakukan menggunakan aplikasi program MATLAB langkah pertama mengambil sumber data, dimana peneliti menggunakan file gambar dengan extensi seperti .JPEG .JPG dan PNG dalam proses browse untuk pemilihan data gambar coding nya sebagai berikut: Dalam penerapan proses deteksi wajah peneliti menggunakan algoritma viola - jones, tahapan awal proses deteksi wajah dilakukan menggunakan aplikasi program MATLAB langkah pertama mengambil sumber data, dimana peneliti menggunakan file gambar dengan extensi seperti .JPEG .JPG dan PNG dalam proses browse untuk pemilihan data gambar coding nya sebagai berikut:



```

function
browse_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to
browse (see GCBO)
[name, dir] =
uigetfile('*.*jpg;*.jpeg;*.p
ng');
img =fullfile (dir,name);
gambar = imread(img);
scan =
vision.CascadeObjectDet
ector();
axes(handles.axes1);
imshow(gambar);
  
```



```

% --- Executes on button press in
proses2.
function
proses2_Callback(hObject,
eventdata, handles)
% hObject handle to proses2 (see
GCBO)
[name, dir] =
uigetfile('*.*jpg;*.jpeg;*.png');
img =fullfile (dir,name);
gambar = imread(img);
faceDetector =
vision.CascadeObjectDetector();
face = step(faceDetector, gambar);
axes(handles.axes2);
scanned =
insertObjectAnnotation(gambar,'re
ctangle','face','Face');
imshow(scanned);
red = gambar(:,:,1);
green = gambar(:,:,2);
blue= gambar(:,:,3);
jml = size(face,1);
imgA = figure('visible','off');
  
```

```

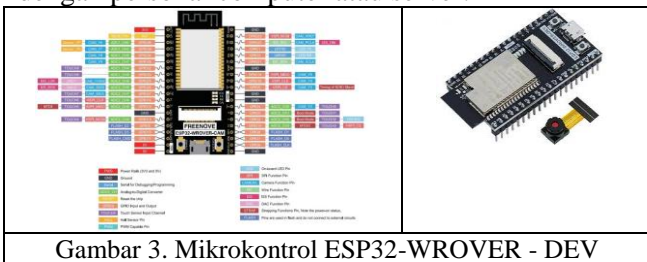
for x=1:jml
    faceR = red(face(x,2):face(x,2)+
face(x,4),face(x,1):face(x,1)+face(
x,3));
    faceG =
green(face(x,2):face(x,2)+
face(x,4),face(x,1):face(x,1)+face(
x,3));
    faceB =
blue(face(x,2):face(x,2)+
face(x,4),face(x,1):face(x,1)+face(
x,3));
    imgX = cat(3,faceR,faceG,faceB);
    subplot(2,(jml/2),x);
    imshow(imgX);
    title(['wajah' num2str(x)]);
end
  
```

```
saveas
(imgA,sprintf('figure%dwajah.jpg',
x));
mukahasil =
imread(sprintf('figure%dwajah.jpg'
,x));
axes(handles.axes3);
imshow(mukahasil);
```

```
% --- Executes on button press in hasil.
function hasil_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to hasil (see GCBO)
[name, dir] = uigetfile('*.*jpg;*.jpeg;*.png');
img = fullfile(dir,name);
gambar = imread(img);
faceDetector = vision.CascadeObjectDetector();
scan = vision.CascadeObjectDetector();
face = step(faceDetector, gambar);
scanned = insertObjectAnnotation(gambar,'rectangle',face,'Face');
axes(handles.axes3);
imshow(scanned);
```

1.Perancangan Hardware

Dalam proses deteksi citra pada wajah hardware kamera yang digunakan yaitu menggunakan Mikrokontrol ESP-32 CAM yang sudah dilengkapi dengan kamera yaitu. Pemrosesan pengolahan citra menggunakan mikrokontrol ESP32-CAM berjalan dengan lancar walaupun spesifikasi yang terbatas yang dimiliki seperti CPU , dan RAM dibandingkan dengan personal computer atau server.



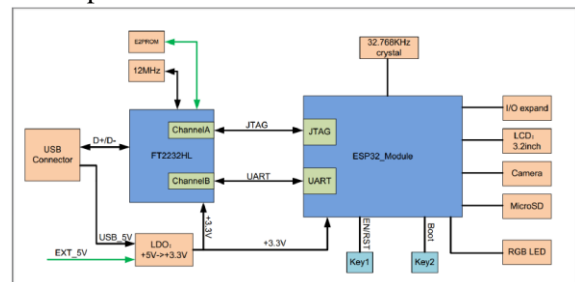
Gambar 3. Mikrokontrol ESP32-WROVER - DEV

```
#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
#define PWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 21
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 19
#define Y4_GPIO_NUM 18
#define Y3_GPIO_NUM 5
#define Y2_GPIO_NUM 4
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22
```

Port yang digunakan di makrokontrol ESP32 kamera WROVER –KIT:

1. PWDN\_GPIO\_NUM dan RESET\_GPIO\_NUM :  
Keduanya diatur ke -1, menunjukkan bahwa pin ini tidak digunakan atau tidak terhubung pada modul ini.
2. XCLK\_GPIO\_NUM (21) :  
Pin ini digunakan untuk sinyal clock eksternal (XCLK) yang mengendalikan kecepatan pemrosesan sinyal kamera.
3. SIOD\_GPIO\_NUM (26) dan SIOC\_GPIO\_NUM (27) :  
Pin ini digunakan untuk antarmuka komunikasi I2C antara kamera dan mikrokontroler. SIOD adalah data, dan SIOC adalah clock.
4. Y9\_GPIO\_NUM (35) hingga Y2\_GPIO\_NUM (4) :  
Ini adalah pin yang terhubung ke bus data dari kamera. Y9 hingga Y2 membawa bit data dari sensor gambar.
5. VSYNC\_GPIO\_NUM (25):  
Pin ini menangani sinyal vertikal sinkronisasi (VSYNC) yang menunjukkan awal frame gambar baru.
6. HREF\_GPIO\_NUM (23):  
Pin ini menangani sinyal horizontal reference (HREF) yang menunjukkan awal garis baru dalam frame gambar.
7. PCLK\_GPIO\_NUM (22):  
Pin ini digunakan untuk sinyal clock piksel (PCLK) yang mensinkronkan pengambilan data dari pin data.



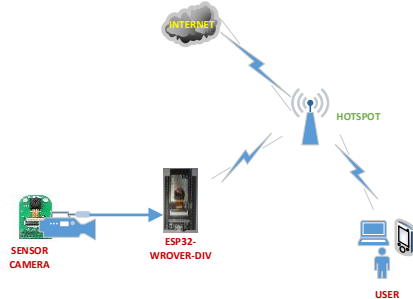
Gambar 4. Diagram blok ESP-WROVER-KIT (sumber Espressif Systems (Shanghai) Co., Ltd)

Untuk komunikasi USB-ke serial multi protocol yang dapat diprogram menggunakan chip FT2232HL. Untuk mengakses memori flash dan PSRAM pada modul ESP32-WROVER menggunakan perangkat SPI diperlukan Chip (CS) untuk tegangan antarmuka yaitu 3,3V. Untuk konektor ke kamera modul yang yang digunakan yaitu modul kamera OV7670  
Pengaturan untuk mengkonfigurasi jalur komunikasi antara kamera dan mikrokontroler ESP32-

WROVER Modul , dalam pemrosesan data gambar dari sensor kamera ke sistem untuk pengaturannya sebagai berikut.

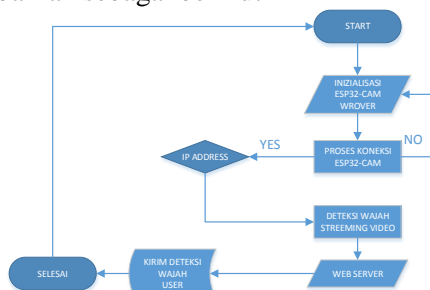
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengenalan wajah dengan mengimplementasikan algoritma Viola-Jones yang diintegrasikan berbasis internet of things secara realtime peneliti menggunakan mikrokontrol ESP32 – CAM WROVER ini sebagai sensor kamera yang dipasangkan mikrokontrol ESP32-WROVER-DIV.



Gambar 5. gambar blok diagram pengenalan wajah secara realtime

Proses pengenalan wajah berbasis internet of things diawali dengan deteksi wajah melalui sensor kamera diproses dengan metode algoritma Viola-Jones kemudian data diolah diproses secara realtime melalui mikrokontrol ESP32-CAM yang kemudian mikrokontrol ESP32-CAM menghubungkan ke jaringan internet. Setelah koneksi internet berhasil dan pemrosesan data pengenalan wajah terdeteksi maka data pengenalan wajah dapat diakses secara realtime dan dapat dimonitor di personal komputer maupun di smartphone. Untuk alir program dapat di gambarkan sebagai berikut



Gambar 6. Diagram alir pengenalan wajah secara realtime



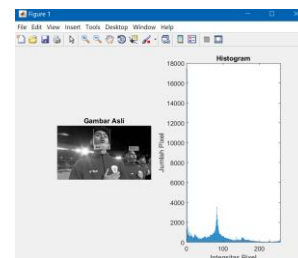
Gambar 7. hasil capture video deteksi wajah secara realtime

Gambar di jalankan di matlab dengan file video dengan ekstensi .MP4 koding nya sebagai berikut:

```
% Load the video file
videoFile = nama_file_video.mp4';
videoReader = VideoReader(videoFile);
% Create a video player to display the video
videoPlayer = vision.VideoPlayer('Position', [100, 100, 680, 520]);
% Create a face detector object
faceDetector = vision.CascadeObjectDetector();
while hasFrame(videoReader)
    % Read a frame from the video
    frame = readFrame(videoReader);
    % Detect faces in the frame
    bbox = step(faceDetector, frame);
    % Annotate detected faces in the frame
    detectedFrame = insertObjectAnnotation(frame, 'rectangle',
bbox, 'Face');
    % Display the annotated frame
    step(videoPlayer, detectedFrame);
    % Pause to control playback speed
    pause(0.01);
end
% Release the video player
release(videoPlayer);
```

Penjelasan program :

1. Membaca File Video: `VideoReader` digunakan untuk membaca file video.
2. Membuat Pemutar Video: `vision.VideoPlayer` digunakan untuk menampilkan video.
3. Detektor Wajah: `vision.CascadeObjectDetector` digunakan untuk mendeteksi wajah.
4. Loop Melalui Setiap Frame: Kode membaca setiap frame video, mendeteksi wajah di dalam frame tersebut, menambahkan anotasi pada wajah yang terdeteksi, dan menampilkan frame yang telah dianotasi.
5. Menghentikan Pemutar Video: Setelah semua frame selesai diproses, pemutar video dilepaskan dengan `release(videoPlayer)`.



Gambar 7. hasil histogram deteksi wajah secara realtime

### 4. KESIMPULAN

1. Penerapan pengenalan wajah dengan algoritma Viola-Jones AI berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM memiliki potensi yang besar untuk diterapkan di berbagai bidang. Sistem ini memiliki beberapa kelebihan, seperti akurasi yang tinggi, efisiensi, dan kemudahan penggunaan.

2. Hasil pemindaian atau scan pada video tidak semua wajah terdeteksi capture wajah dan proses scan wajah menggunakan mikrokontrol ESP32-cam mempunyai delay yang tinggi

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Santana, S. Purnamawati, and R. F. Rahmat, "Aplikasi Pendeteksi Wajah Manusia untuk Menghitung Jumlah Manusia," *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains* ..., 2015
- [2] P. W. Panekenan, S. Sompie, and ..., "Implementasi Pengenalan Wajah pada Robot Beroda," *Jurnal Teknik* ..., 2019.
- [3] N. Aini and I. Irmawati, "Implementasi Metode Fisherface pada Absensi Wajah Karyawan Studi Kasus PT. Illuminati Metamorphosis Makassar," *SEMNAS TEKNOMEDIA ONLINE*, 2017.
- [4] S. Rahman and A. M. Elhanafi, "Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Backpropagation dan Voila Jones," *JURNAL TEKNOLOGI DAN ILMU* ..., 2018.
- [5] A. Saleh, E. Indra, and M. Harahap, "Kombinasi Jaringan Learning Vector Quantization Dan Normalized Cross Correlation Pada Pengenalan Wajah," *Jurnal Sistem Informasi Dan* ..., 2020..
- [6] S. N. Faadhilah, S. Bukhori, and J. A. Putra, "Pengenalan Ekspresi Emosi pada Citra Wajah Menggunakan Extreme Learning Machine Studi Kasus Dataset Publik JAFFE: Emotional Expressions Recognition in ...," *MALCOM: Indonesian Journal* ..., 2022.
- [7] F. Rusilawati, H. W. Kinasih, and ..., "PERBANDINGAN TINGKAT AKURASI BENTUK FRAME MENGGUNAKAN TEMPLATE MATCHING PADA PENGENALAN WAJAH," *Jurnal Ilmiah Informatika* ..., 2017.
- [8] R. Firliana, "Implementasi Principal Component Analysis (PCA) untuk pengenalan wajah manusia," *Nusantara of Engineering (NOE)*, 2015.
- [9] S. Sunardi, A. Fadlil, and D. Prayogi, "Sistem Pengenalan Wajah pada Keamanan Ruang Berbasis Convolutional Neural Network," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer* ..., 2022.
- [10] M. S. Hidayatulloh, TA: *Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode YOLO (You Only Look Once)*. repository.dinamika.ac.id, 2021. .
- [11] A. I. Atmajaya, *Implementasi Biometrik Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface Pada Sistem Starting Mesin Mobil*. repository.ppns.ac.id, 2015.
- [12] P. N. Primandari, "Sistem Pakar Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia Menggunakan Metode Kohonen Self Organizing Dan Principal Componen Analysis," *INTEGER: Journal of Information Technology*, 2018
- [13] F. M. Qotrunnada and P. H. Utomo, "Metode Convolutional neural network untuk klasifikasi wajah bermasker," *PRISMA, Prosiding seminar* ..., 2022.
- [14] N. S. Salahuddin, N. Iramadhan, S. P. Sari, and ..., "Prototipe Sistem Keamanan Pintu Inkubator Bayi melalui Pengenalan Wajah menggunakan Kamera Web dan OpenCV berbasis Raspberry Pi," *Techno* ..., 2022.
- [15] R. Susanti and N. Fadillah, "Deteksi Wajah Secara Real Time Menggunakan Metode Camshift," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA* ..., 2019.