

# **Sistem Streaming Video dan Pengenalan Wajah Berbasis ESP32-CAM**



Disusun Oleh Kelompok 2:

- |                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 1. Ade Rafif Daneswara          | (02) |
| 2. Aulia Maharani               | (13) |
| 3. Bijak Putra Firmansyah       | (14) |
| 4. Fauzan Adzima Kurniawan      | (22) |
| 5. Gabriel Possenti Genta B. N. | (23) |
| 6. Jardella Angun Lavatektonia  | (30) |
| 7. Kaysa Aqila Amta             | (32) |
| 8. Kevin Andrea Geraldino       | (33) |
| 9. Meidinna Tiara Pramudhita    | (36) |

XII Sistem Informasi Jaringan Aplikasi  
SMK Negeri 2 Depok  
Tahun Ajaran 2024/2025

## KATA PENGANTAR

Laporan ini menyajikan gambaran komprehensif tentang pengembangan dan implementasi sistem streaming video dan pengenalan wajah menggunakan modul ESP32-CAM yang terintegrasi dengan Arduino IDE. Proyek ini menunjukkan bagaimana teknologi canggih, seperti ESP32-CAM, dapat digunakan dalam sistem pemantauan dan otomatisasi secara real-time. ESP32-CAM menawarkan solusi yang hemat biaya untuk pengawasan video, memanfaatkan kamera bawaan dan kemampuan nirkabelnya.

Laporan ini membahas latar belakang teori, menjelaskan prinsip dasar streaming video melalui jaringan nirkabel dan konsep penting dari algoritma pengenalan wajah. Laporan ini memberikan penjelasan mendalam tentang berbagai komponen yang digunakan, termasuk modul ESP32-CAM, program FTDI untuk mengunggah kode, serta perangkat tambahan seperti LED, buzzer, dan motor servo untuk menambah fungsionalitas. Selain itu, dijelaskan juga peran masing-masing komponen dalam sistem.

Laporan ini menguraikan langkah-langkah yang diikuti, mulai dari persiapan awal perangkat keras hingga proses pemrograman modul menggunakan Arduino IDE. Eksperimen yang dilakukan dalam proyek ini bertujuan untuk menguji akurasi dan keandalan sistem pengenalan wajah, respons perangkat tambahan, dan efisiensi keseluruhan layanan streaming video. Semua eksperimen ini didokumentasikan secara rinci, menjelaskan langkah-langkah yang diambil untuk mencapai hasil yang diharapkan. Pengamatan utama, tantangan, dan upaya optimasi yang ditemukan selama proses juga dibahas, memberikan wawasan mengenai keterbatasan kinerja serta peluang untuk perbaikan dan pengembangan sistem di masa depan.

Tak hanya itu, laporan ini diakhiri dengan analisis hasil yang menunjukkan bahwa ESP32-CAM mampu melakukan streaming video secara langsung, mendeteksi wajah dengan akurat, dan memicu aksi perangkat tambahan seperti menyalakan LED atau membunyikan buzzer secara real-time. Temuan dari proyek ini membuktikan kelayakan penggunaan ESP32-CAM untuk sistem pengawasan dan otomatisasi skala kecil dengan biaya rendah, menjadikannya solusi ideal untuk aplikasi keamanan, rumah pintar, dan pengaturan pemantauan berbasis IoT.

Terakhir, laporan ini memberikan rekomendasi untuk pengembangan di masa depan, termasuk integrasi layanan berbasis cloud untuk pemantauan jarak jauh, peningkatan akurasi deteksi wajah melalui algoritma yang lebih canggih, dan peningkatan ketahanan sistem dengan mengatasi keterbatasan yang ditemukan selama eksperimen. Perbaikan ini dapat memperluas aplikasi praktis dari ESP32-CAM, menjadikannya alat yang serbaguna baik untuk pengembang maupun penggemar hobi.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Pernyataan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Gambaran Umum Streaming Video.....	4
2.2 Pengenalan Wajah.....	4
2.3 ESP32-CAM.....	5
2.4 ESP32-CAM dalam Project Ini.....	5
<b>BAB III PERENCANAAN.....</b>	<b>7</b>
3.1 Ruang Lingkup.....	7
3.2 Tolak Ukur Keberhasilan.....	7
3.3 Latar Penelitian.....	7
3.4 Daftar Kegiatan.....	8
3.5 Jadwal Kegiatan.....	8
3.6 Sumber Daya.....	9
a. Sumber Daya Manusia.....	9
b. Pembagian Peran.....	9
c. Kompetensi yang Dibutuhkan.....	9
d. Identifikasi Risiko.....	10
e. Persiapan Bahan.....	10
f. Persiapan Alat.....	11
3.7 Rencana Anggaran.....	11
<b>BAB IV PELAKSANAAN.....</b>	<b>13</b>
4.1 Prosedur.....	13
4.2 Monitoring.....	13
<b>BAB V HASIL.....</b>	<b>14</b>
5.1 Hasil Akhir.....	14
5.2 Kesimpulan.....	14
5.3 Rekomendasi.....	14
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>15</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan IoT dan AI telah membuka peluang baru di bidang pemrosesan video waktu nyata dan otomatisasi. Modul ESP32-CAM adalah solusi berbiaya rendah yang mengintegrasikan konektivitas nirkabel dan kamera, memungkinkan berbagai aplikasi, termasuk streaming video dan pengenalan wajah.

### **1.2 Pernyataan Masalah**

1. Bagaimana kita dapat membuat sistem pengawasan yang tepat dan efektif biaya?
2. Komponen apa saja yang memenuhi kebutuhan sistem pengawasan?
3. Mengapa dan bagaimana ESP32-CAM dapat digunakan untuk mengembangkan sistem streaming video dan pengenalan wajah yang fungsional dan hemat biaya, yang mampu memicu aksi perifer seperti mengaktifkan LED atau buzzer?

### **1.3 Tujuan**

1. Membuat sistem pengawasan yang tepat dan efektif biaya.
2. Identifikasi kebutuhan komponen.
3. Menggunakan papan ESP32-CAM dan modul lainnya untuk membangun sistem yang tepat.

### **1.4 Manfaat**

- Keamanan: Dengan menciptakan sistem pengawasan yang, proyek ini menawarkan solusi praktis, terjangkau, dan efisien untuk kebutuhan keamanan pribadi dan komersial, termasuk pemantauan waktu nyata dan pengenalan wajah untuk kontrol akses.
- Otomatisasi Rumah: Sistem ini dapat dikembangkan atau diintegrasikan ke dalam lingkungan rumah pintar, meningkatkan otomatisasi dengan memungkinkan perangkat seperti lampu atau alarm merespons wajah yang terdeteksi, memberikan kenyamanan dan keamanan tambahan.
- Pengembangan IoT: Proyek ini berkontribusi pada bidang IoT yang lebih luas dengan menunjukkan bagaimana modul kompak dan terjangkau seperti ESP32-CAM dapat digunakan dalam sistem pengawasan dan otomatisasi berbasis IoT, berfungsi sebagai model untuk pengembangan masa depan dalam perangkat terhubung yang berbiaya rendah.

Selain aplikasi praktis ini, proyek ini juga membantu menggambarkan bagaimana teknologi berbiaya rendah dapat dimanfaatkan untuk menciptakan sistem yang dapat diskalakan dan efisien yang memenuhi peran penting dalam otomatisasi dan pemantauan di era modern.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Gambaran Umum Streaming Video**

Streaming video mengacu pada transmisi konten video secara real-time melalui jaringan dari server ke klien, tanpa perlu pengguna mengunduh seluruh file sebelum menontonnya. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk menonton konten saat sedang dikirimkan, yang sangat bermanfaat dalam acara langsung, komunikasi real-time, dan sistem pemantauan seperti pengawasan.

Dalam konteks streaming video untuk sistem pengawasan atau IoT, aliran video ditangkap menggunakan kamera berkualitas tinggi yang secara terus-menerus mentransmisikan data video ke server. Server kemudian mengirimkan data ini dalam paket-paket kecil ke klien (yang bisa berupa komputer, smartphone, atau perangkat lain) melalui internet atau jaringan lokal. Tergantung pada kecepatan jaringan dan bandwidth, kualitas video dapat disesuaikan secara dinamis untuk menjaga pengalaman yang lancar.

Streaming video biasanya menggunakan protokol seperti HTTP Live Streaming (HLS), Real-Time Streaming Protocol (RTSP), atau WebRTC, yang dirancang untuk menangani transmisi langsung konten multimedia melalui jaringan berbasis IP. Kemampuan untuk melakukan streaming secara real-time sangat penting untuk tujuan pemantauan dan keamanan, karena memungkinkan pengguna menerima informasi tepat waktu mengenai peristiwa yang terjadi di lokasi terpencil.

#### **2.2 Pengenalan Wajah**

Pengenalan wajah adalah teknologi biometrik yang mengidentifikasi atau memverifikasi seseorang berdasarkan fitur wajahnya. Teknologi ini menganalisis struktur geometris wajah seseorang dengan mengukur jarak antara berbagai penanda wajah, seperti mata, hidung, dan mulut, serta membandingkannya dengan database wajah yang dikenal. Proses pengenalan wajah biasanya melibatkan beberapa langkah:

1. Deteksi Wajah: Langkah ini melibatkan pendeteksian keberadaan wajah dalam bingkai gambar atau video. Teknik seperti Haar cascades atau convolutional neural network (CNN) sering digunakan untuk tujuan ini.
2. Ekstraksi Fitur: Setelah mendeteksi wajah, sistem mengekstrak fitur unik dari wajah, seperti bentuk garis rahang, lebar hidung, atau jarak antar mata.
3. Pencocokan Wajah: Fitur yang diekstraksi kemudian dibandingkan dengan database fitur wajah yang tersimpan menggunakan algoritme pencocokan, yang mungkin melibatkan teknik pembelajaran mendalam seperti model jaringan saraf terlatih (misalnya OpenCV, TensorFlow, atau PyTorch).

Sistem tipikal ini digunakan di berbagai bidang seperti keamanan, yang menyediakan sarana otomatis dan sangat akurat untuk mengidentifikasi individu. Dalam sistem streaming video, pengenalan wajah dapat digunakan untuk pengawasan, kontrol akses, dan bahkan pemantauan kehadiran. Ketika diintegrasikan dengan umpan video real-time, pengenalan wajah dapat meningkatkan kemampuan sistem pemantauan berbasis IoT, sehingga memungkinkan untuk mendeteksi dan memperingatkan pengguna secara otomatis ketika individu tertentu terdeteksi.

## **2.3 ESP32-CAM**

ESP32-CAM adalah papan pengembangan berbiaya rendah yang menggabungkan fitur mikrokontroler ESP32 dengan modul kamera, sehingga ideal untuk aplikasi pengambilan gambar dan video. ESP32-CAM umumnya digunakan dalam proyek IoT yang melibatkan streaming video, pemantauan jarak jauh, dan pengenalan wajah karena kemampuannya memproses data gambar dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui Wi-Fi. Fitur Utama ESP32-CAM:

- Modul Kamera: ESP32-CAM biasanya dilengkapi dengan kamera OV2640, yang mampu menangkap gambar dengan resolusi hingga 1600x1200 piksel, yang cukup untuk banyak tugas pengawasan dan pengenalan wajah.
- Mikrokontroler: Chip ESP32 menawarkan kekuatan pemrosesan dual-core, dengan Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT yang memerlukan komunikasi nirkabel.
- Penyimpanan dan Memori: Mendukung penyimpanan kartu microSD eksternal untuk menyimpan gambar dan video yang diambil secara lokal. RAM dan memori flash yang tersedia memungkinkan ESP32 menjalankan algoritma pemrosesan gambar yang ringan, meskipun tugas yang lebih kompleks mungkin memerlukan pemrosesan eksternal.
- Jaringan: Dengan Wi-Fi internal, ESP32-CAM dapat dengan mudah melakukan streaming data video ke server atau platform cloud untuk analisis atau penyimpanan lebih lanjut. Itu dapat diprogram untuk mengirimkan aliran video menggunakan protokol seperti HTTP atau RTSP.
- Deteksi dan Pengenalan Wajah: Papan ini juga mampu melakukan tugas dasar deteksi dan pengenalan wajah langsung di papan, menggunakan perpustakaan umum yang menyediakan alat yang diperlukan untuk mendeteksi wajah dalam aliran video waktu nyata dan melakukan pengenalan.

## **2.4 ESP32-CAM dalam Project Ini**

Dalam aplikasi biasa, ESP32-CAM digunakan untuk terus menangkap rekaman video, yang kemudian dialirkan ke server atau perangkat lokal. Video yang diambil dapat diproses baik di perangkat atau dari jarak jauh untuk mendeteksi dan mengenali wajah secara real-time. Ukurannya yang kecil, biaya rendah, dan kemampuan nirkabel ESP32-CAM menjadikannya

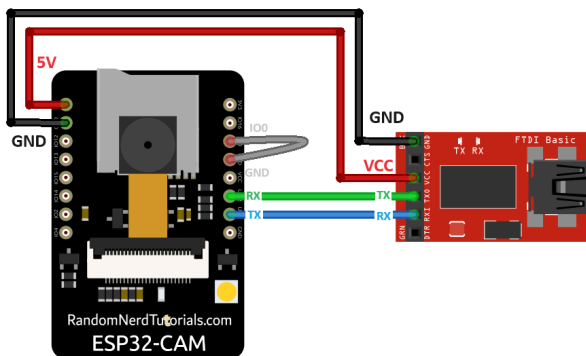
komponen yang sangat serbaguna untuk membangun sistem pengawasan video, proyek otomatisasi rumah, dan solusi keamanan berbasis IoT.

Misalnya, dalam sistem keamanan rumah, ESP32-CAM dapat digunakan untuk memantau pintu masuk dan mendeteksi individu yang tidak berwenang. Dengan menggunakan kemampuan pengenalan wajah bawaannya, sistem dapat secara otomatis mengidentifikasi dan memperingatkan pemilik rumah jika ada orang yang tidak dikenal terdeteksi. Demikian pula, di lingkungan industri, ESP32-CAM dapat digunakan untuk pemantauan waktu nyata dan tugas otomatisasi, seperti melacak kehadiran karyawan atau kontrol akses melalui pengenalan wajah. Secara keseluruhan, ESP32-CAM adalah pilihan yang sangat baik untuk streaming video dan sistem pengenalan wajah berbasis IoT berbiaya rendah karena fleksibilitasnya, kemudahan penggunaan, dan kemampuan pemrosesan yang kuat.

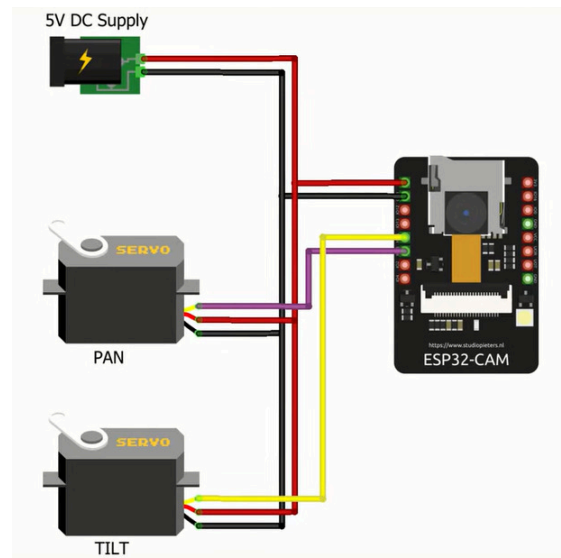
## BAB III PERENCANAAN

### 3.1 Ruang Lingkup

- a. Tujuan : Membangun sistem berbasis ESP32-CAM untuk mendukung identifikasi wajah siswa/guru di sekolah dan mendeteksi penyusup yang tidak terdaftar. Sistem ini akan membantu meningkatkan keamanan dan efisiensi administrasi.
- b. Hasil : produk kamera dengan fitur deteksi wajah bisa berjalan dengan baik.
- c. Alokasi Waktu : 1 bulan
- d. Alokasi Anggaran : Rp374.000,-
- e. Desain produk : Sistem Face Recognition



Design komponen khusus kamera



Design komponen penggerak (servo)

### 3.2 Tolak Ukur Keberhasilan

- a. Produk ESP32 Cam tersedia.
- b. Fitur pengenalan wajah bisa mendeteksi wajah atau orang yang lewat dengan baik.
- c. Sistem kamera bisa dipantau melalui jarak jauh dengan jaringan *wireless*.

### 3.3 Latar Penelitian

- a. Lokasi penelitian di SMKN 2 Depok (LAB SIJA).
- b. Waktu Penelitian Berlangsung 2 Minggu.



### 3.4 Daftar Kegiatan

No.	Kegiatan	Tujuan Kegiatan	Alokasi Waktu
1.	Penelitian project	Menganalisa detail project	1 jam
2.	Memperoleh peralatan	Mencari peralatan untuk mengerjakan project	2 jam
3.	Desain aplikasi	Membangun desain wiring menggunakan tinkercad/wokwi dan desain case	1 hari
4.	Wiring	Memasang kabel-kabel untuk menghubungkan tiap-tiap komponen	45 menit
5.	Coding	Menyusun dan mengupload kode yang sudah disusun ke mikrokontroler	2 hari (dihitung dari penyusunan kode)
6.	Pengujian	Menguji fitur-fitur yang diharapkan sesudah project sudah jadi	1 jam
7.	Troubleshoot (opsional)	Mencari penyebab permasalahan apa saja yang terjadi pada produk (jika ada masalah)	3 hari

### 3.5 Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Hari	Tanggal	Waktu
1.	Penelitian project	Selasa	1/10/2024	14.00-15.00
2.	Memperoleh peralatan	Sabtu	5/10/2024	13.00-15.00
3.	Desain aplikasi	Minggu	6/10/2024	08.00-15.00
4.	Wiring	Selasa	8/10/2024	15.15-16.00
5.	Coding	Selasa	8/10/2024	15.30-17.00

6.	Pengujian	Jumat	11/10/2024	13.00-14.00
7.	Troubleshoot (opsional)			

### 3.6 Sumber Daya

#### a. Sumber Daya Manusia

1. Ade Rafif Daneswara (02)
2. Aulia Maharani (13)
3. Bijak Putra F. (14)
4. Fauzan Adzima K. (22)
5. Gabriel Possenti Genta B. N. (23)
6. Jardella Angun L. (30)
7. Kaysa Aqila Amta (32)
8. Kevin Andrea G. (33)
9. Meidinna Tiara P. (36)

#### b. Pembagian Peran

Nama	Peran
Ade Rafif Daneswara (02)	<i>Wiring</i>
Aulia Maharani (13)	Desain <i>casing</i>
Bijak Putra Firmansyah (14)	Programmer dan mencari komponen
Fauzan Adzima Kurniawan (22)	Programmer dan desain <i>wiring</i>
Gabriel Possenti Genta B. N. (23)	Programmer, desain <i>wiring</i>
Jardella Angun Lavatektonia (30)	Desain <i>casing</i>
Kaysa Aqila Amta (32)	Desain <i>casing</i> dan desain <i>wiring</i>
Kevin Andrea Geraldino (33)	Mencari komponen
Meidinna Tiara Pramudhita (36)	Desain <i>casing</i>

c. Kompetensi yang Dibutuhkan

Peran	Kompetensi yang Dibutuhkan
Wiring	Kemampuan memasang kabel-kabel jumper ke pin-pin dan pemahaman masing-masing pin yang tepat.
Desain <i>casing</i>	Kemampuan untuk membuat bentuk yang sesuai dengan produk menggunakan material yang cocok untuk segala kondisi
Desain <i>wiring</i>	Kemampuan untuk menyusun hasil wiring seefisien mungkin untuk meningkatkan nilai estetika dan mengurangi ruang guna
Mencari komponen	Kemampuan untuk mencari komponen yang sesuai dengan produk yang akan dibuat

d. Identifikasi Risiko

No.	Nama Risiko	Dampak Risiko	Alternatif Solusi
1.	Error Wiring	Gangguan arus listrik, produk tidak bisa dijalankan	Mengulangi proses wiring dengan lebih hati-hati atau melakukan troubleshooting untuk menemukan dan memperbaiki masalah secara cepat.
2.	Error Kode	Fitur-fitur yang diharapkan tidak bisa berjalan semestinya.	Mengulangi proses coding dengan teliti dan mencari alternatif <i>source code</i> yang lebih terpercaya.
3.	Tugas Lain yang Perlu Diselesaikan	Penundaan penyelesaian proyek	Menyelesaikan tugas secepat dan sebaik mungkin agar proyek tidak tertunda

e. Persiapan Bahan

NO	BAHAN	FUNGSI	SPESIFIKASI	KUANTITAS
1	Kamera ESP32	Streaming video dan pengenalan wajah	Wi-Fi dan kamera terintegrasi	1

2	ESP8266	Kendali servo	Wi-Fi terintegrasi	1
3	Servo SG90 (2)	Mengatur <i>angle</i> kamera	SG90	2
4	Pan Tilt Servo	Mengatur <i>sudut</i> kamera, servo dan dudukan ESP	=====	1
5	Breadboard	Membangun sirkuit sementara.	Ukuran penuh	1
6	Modul FTDI USB	Perantara listrik menuju EPS32 Camera melalui kabel USB	=====	1
7	Kabel USB	Aliran listrik	USB Micro	2
8	Kabel Jumper	Menghubungkan pin-pin komponen	Male-male, female-female, male-female	10
9	Adaptor 5 volt	Untuk supply daya	5 volt 2 ampere	1
10	Dan lain-lain	=====	=====	=====

**f. Persiapan Alat**

NO	PERALATAN	FUNGSI	KUANTITAS
1	Obeng	Pasang dan lepaskan sekrup	1
2	Multimeter	Mengukur berbagai sifat listrik, termasuk tegangan, arus, dan hambatan.	1
3	Gunting	Memotong benda-benda seperti kertas dan kain.	1
4	Laptop atau PC	Untuk mengunggah kode	1

### 3.7 Rencana Anggaran

No.	Komponen	Fungsi	Harga
1	Kamera ESP32	Streaming video dan pengenalan wajah	Rp82.000,00
2	ESP8266	Membantu kontrol servo	Rp40.000,00
3	Servo SG90 (2)	Menggerakkan sudut kamera dibantu pan tilt	Rp50.000,00
4	Pan Tilt Servo	Wadah kamera dan servo	Rp15.000,00
5	Breadboard	Penghubung kabel-kabel jumper dan jalur listrik	Rp8.000,00
6	Modul FTDI USB	Mengubah arus listrik dari USB menjadi pin jumper	Rp25.000,00
7	Kabel USB (2)	Menghubungkan ke port USB listrik dan komputer untuk upload kode	Rp24.000,00
8	Kabel Jumper	Penghubung antar komponen	Rp25.000,00
9	Adaptor 5 volt	Daya listrik komponen	Rp30.000,00
10	Dan lain-lain		Rp75.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>Rp374.000,00</b>

## **BAB IV**

### **PELAKSANAAN**

#### **4.1 Prosedur**

**1. Persiapan**

Menyiapkan komponen, alat, dan hal-hal lain yang diperlukan. Alat bahan sudah tersedia

**2. Pemasangan kabel**

Sambungkan semua kabel jumper ke pin yang tepat berdasarkan sumber prosedur.

**3. Pemrograman**

Tuliskan dan unggah kode berdasarkan sumber prosedur.

**4. Pengujian**

Pengujian dan evaluasi perangkat. Juga melakukan pemecahan masalah jika ada kendala.

#### **4.2 Monitoring**

NO	Kegiatan	Kesesuaian				
		Hari	Tanggal	Jam	Prosedur	Hasil
1.	Penelitian project	Selasa	1/10/2024	13.50-14.50		Berhasil
2.	Memperoleh peralatan	Sabtu	5/10/2024	13.00-15.00		Berhasil
3.	Desain aplikasi	Minggu	6/10/2024	08.00-15.00		Berhasil
4.	Wiring	Selasa	8/10/2024	15.15-16.00		Berhasil
5.	Coding	Selasa	8/10/2024	15.30-17.00		Berhasil
6.	Pengujian	Jumat	11/10/2024	13.00-14.00		Berhasil
7.	Troubleshoot (opsional)					

## BAB V

### HASIL

#### 5.1 Hasil Akhir

ESP32-CAM berhasil melakukan streaming video langsung dan bisa dipantau secara lokal melalui jaringan *wireless*. Meskipun sistem dasarnya sudah berhasil bekerja, masih ada beberapa yang perlu dievaluasi dari project ini:

1. Sistem yang dikerjakan terlalu berat untuk menjalankan fitur face recognition, terutama saat mencari *script*, yang tersedia hanya *script* dari *source* luar dengan bahasa Python. Solusinya, bisa dialihkan ke fitur lain seperti pendeteksi wajah pasif. Misalnya data wajah disimpan melalui micro-SD agar ESP32 cam tidak perlu bekerja terus-menerus untuk mendeteksi wajah.
2. Sistem kamera ini mudah mengalami *overheat*, terutama untuk penggunaan di luar ruangan. Solusinya bisa dibuatkan *case* (wadah) yang lebih *proper* untuk sistem kamera ini. Bisa juga dengan melakukan instalasi di area yang terlindungi dari paparan panas matahari.
3. Kurangnya komunikasi antara anggota team ditambahkan dengan perencanaan produk yang kurang matang berakibat dengan lamanya waktu pembuatan produk. Solusinya dengan mengadakan pertemuan rutin untuk membahas perkembangan proyek yang sedang dibuat.
4. Tidak adanya koordinasi dalam team yang berakibat dengan tidak meratanya pembagian tugas antar anggota team. Solusinya dengan membuat rencana tugas yang jelas dan terstruktur berdasarkan keahlian minat anggota tim untuk memastikan keterlibatan dan tanggung jawab yang seimbang.

#### 5.2 Kesimpulan

Proyek ini menunjukkan bahwa modul ESP32-CAM dapat digunakan secara efektif untuk streaming video dan pengenalan wajah. Meski begitu, dalam eksekusinya sistem ini masih perlu dipertimbangkan lagi tingkat efektivitasnya karena saat pengujian, sistem ini bekerja terlalu berat, terutama mudah panas di lingkungan terbuka..

#### 5.3 Rekomendasi

Perbaikan di masa depan dapat mencakup optimalisasi algoritma pengenalan wajah dan mengintegrasikan layanan cloud.

## DAFTAR PUSTAKA

- Random Nerd Tutorial. (2021). ESP32-CAM Video Streaming and Face Recognition with Arduino IDE. Diakses pada 12 Oktober 2024, dari <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/>
- How To Electronics. (2021). Face Recognition Based Attendance System using ESP32 CAM & OpenCV + Visual Studio. Diakses pada 15 Oktober 2024, dari <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=fHSl8G4zTkM>
- hash include electronics. (2021). Pan Tilt Control using Servos for ESP32 Cam | WiFi Security Camera. Diakses pada 20 Oktober 2024, dari [https://www.youtube.com/watch?v=Rm\\_R0MAmHHA](https://www.youtube.com/watch?v=Rm_R0MAmHHA)
- Random Nerd Tutorial. (2021). ESP32-CAM Pan and Tilt Video Streaming Web Server (2 Axis). Diakses pada 20 Oktober 2024, dari <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-pan-and-tilt-2-axis/>