

**Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroller Dengan  
Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi  
Mata Dan Mulut**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH:**

**AMMARRASYID FADILLAH**

**09011281924146**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroller Dengan  
Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi  
Mata Dan Mulut**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH:**

**AMMARRASYID FADILLAH**

**09011281924146**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroller Dengan Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi Mata Dan Mulut

SKRIPSI

Program Studi Sistem Komputer

Jenjang S1

Oleh

**AMMARRASYID FADILLAH**

09011281924146

Palembang, 12 Januari 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer,



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 19610612032006041001

Pembimbing Tugas Akhir,

Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.

NIP. 197908252023211007

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada

Hari : Senin

Tanggal : 8 Januari 2024

Tim Penguji

1. Ketua : Dr. Rossi Passarella, M.Eng.



2. Sekretaris : Abdurrahman, S.Kom. M.Han



3. Penguji : Huda Ubaya, M.T.



4. Pembimbing : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ammarrasyid Fadillah

NIM : 09011281924146

Judul : Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroller Dengan Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi Mata Dan Mulut

Hasil Pengecekan Plagiat/Turnitin: 18%

Menyatakan bahwa laporan skripsi ini adalah hasil karya Saya sendiri dan tidak mengandung unsur penjiplakan atau plagiat. Saya sepenuhnya menyadari bahwa jika terbukti adanya penjiplakan atau plagiat dalam laporan skripsi ini, Saya siap menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikianlah pernyataan ini Saya buat dengan kesadaran penuh dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 22 Januari 2024

Yang menyatakan,



Ammarrasyid Fadillah

**NIM. 09011281924146**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Adapun judul dari Skripsi ini adalah:

**“Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroler Dengan Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi Mata Dan Mulut”.**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari keterbatasan yang ada, oleh karena itu penulis sangat membutuhkan dukungan dan pendapat berupa kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat lebih baik lagi.

Dengan tersusunnya Skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkah serta kesehatan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Orang Tua penulis yaitu Bapak Sumardi dan Ibu Ngatmira serta Anggota Keluarga yang lain yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat.
3. Prof. DR. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Pengganti Antar Waktu Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Julian Supardi, S.Pd., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
5. Dr. Ir. Sukemi., M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Dr. Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Dr. Ahmad Zarkasi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.



8. Mbak Renny Virgasari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer hingga 2023 dan Kak Yopi selaku Admin Jurusan Sistem Komputer 2024 yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
9. Teman serta sahabat yang memdampingi penulis dalam menyusun Skripsi ini hingga selesai, yaitu Intan Rahmawati, S. Si dan Megi Fitriyanto, S. Kom
10. Teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2019.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan semangat dan do'a.
12. Almamater.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga Skripsi ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung atau pun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian.

Palembang, 19 Januari 2024

Penulis,



**Ammarrasyid Fadillah**

**NIM. 09011281924146**

**IMPLEMENTASI PENGENALAN WAJAH PADA  
MIKROKONTROLLER DENGAN METODE WEIGHTLESS NEURAL  
NETWORKS DENGAN IDENTIFIKASI MATA DAN MULUT**

**AMMARRASYID FADILLAH (09011281924146)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [Ammarrasyid2810@gmail.com](mailto:Ammarrasyid2810@gmail.com)

**ABSTRAK**

Dalam penelitian ini, anggota wajah yang digunakan hanya mata dan mulut. Selain itu, data dalam pengenalan wajah juga diberikan beberapa batasan. Pengenalan wajah ini dilakukan pada mikrokontroler. WNN dipilih karena kemampuannya untuk mengurangi penggunaan memori, sedangkan untuk mengukur kemiripan menggunakan metode immediate scan. Immediate scan dipilih karena kesederhanaannya dan kecepatannya dalam mengukur kemiripan. Pengujian dan penerapannya menggunakan servo untuk pelacakan wajah. Penelitian ini memanfaatkan mini computer dalam mengambil gambar hingga mengkonversikannya kedalam binary image dan mengirimnya ke mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat memproses gambar tersebut dan mengenalinya.

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan merupakan dataset primer yang berisi wajah penulis sebanyak 10 data mata dan 10 data mulut. 20 data tersebut di tanamkan pada mikrokontroler untuk dijadikan sebagai dataset. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dari 10 gambar yang sesuai dataset didapatkan seluruhnya dikenali dengan hasil persentase antara 81,31% - 91,88% untuk mata dan 82,18% - 93,90% untuk mulut. Sedangkan pengujian pada 20 gambar diluar dataset menghasilkan 42,70% - 56,96% untuk mata dan 53,24% - 72,21% untuk mulut, sehingga dianggap tidak dikenali.

**Kata Kunci :** *Face Detection, Face Recognition, Face Tracking, Weightless Neural Network, Immediate Scan, Microcontroller, Raspberry Pi, Servo*



**IMPLEMENTATION OF FACIAL RECOGNITION ON A  
MICROCONTROLLER USING THE WEIGHTLESS NEURAL NETWORKS  
METHOD WITH EYES AND MOUTH IDENTIFICATION**

**AMMARRASYID FADILLAH (09011281924146)**

*Computer Systems Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University*

*Email : [Ammarrasyid2810@gmail.com](mailto:Ammarrasyid2810@gmail.com)*

**ABSTRAC**

*In this study, the only parts of the face used were the eyes and mouth. Apart from that, data in facial recognition is also limited, namely a distance of 40-50cm from the camera. This facial recognition is done on a microcontroller. WNN was chosen because of its ability to reduce memory usage, while to measure similarity using the immediate scan method. Immediate scan was chosen because of its simplicity and speed in measuring similarity. Testing and implementation uses servo for face tracking. This research uses a mini computer to take images to convert them into binary images and send them to the microcontroller so that the microcontroller can process the image and recognize it.*

*In this study, the dataset used is a primary dataset containing the author's face, 10 eye data and 10 mouth data. The 20 data are embedded in the microcontroller to be used as a dataset. Based on the tests that have been carried out, of the 10 images that fit the dataset, all of them were recognized with percentage results between 81.31% - 91.88% for the eyes and 82.18% - 93.90% for the mouth. Meanwhile, testing on 20 images outside the dataset produced 42.70% - 56.96% for the eyes and 53.24% - 72.21% for the mouth, so they were considered unrecognizable.*

**Keywords:** *Face Detection, Face Recognition, Face Tracking, Weightless Neural Network, Immediate Scan, Microcontroller, Raspberry Pi, Servo*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRAC .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Metodologi Penelitian .....	3
1.6.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur .....	3
1.6.2. Metode Konsultasi .....	4
1.6.3. Metode Pengujian dan Validasi .....	4
1.6.4. Metode Hasil dan Analisa .....	4
1.6.5. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Citra .....	6
2.1.1. Pengolahan Citra Digital .....	6
2.1.2. Deteksi Wajah .....	7
2.2. Metode Deteksi dan Pengenalan .....	8
2.2.1. Haar-Cascade .....	8

2.2.2.	Weightless Neural Networks (WNN).....	9
2.2.2.1.	RAM Based Neural Networks.....	10
2.2.3.	Immediate Scan.....	11
2.3.	Peralatan.....	12
2.3.1.	Arduino Mega 2560.....	12
2.3.2.	Raspberry Pi.....	14
2.3.3.	Pi Camera.....	15
2.3.4.	Servo Motor.....	16
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>18</b>
3.1	Pendahuluan.....	18
3.2	Kerangka Kerja.....	19
3.3	Perancangan Sistem.....	20
3.4	Perancangan Perangkat Keras.....	21
3.5	Pengujian Perangkat Keras.....	22
3.6	Pengumpulan Data.....	23
3.7	Perancangan Perangkat Lunak.....	24
3.7.1	Initialization.....	25
3.7.2	Processing Image.....	25
3.7.3	Recognition.....	25
3.8	Pengujian Perangkat Lunak.....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>29</b>
4.1	Pendahuluan.....	29
4.2	Pengujian Perangkat Keras.....	29
4.2.1	Kamera.....	29
4.2.2	Komunikasi antara Raspberry Pi dan Arduino Mega.....	30
4.3	Pengumpulan Data.....	30
4.4	Pengujian Perangkat Lunak.....	31
4.4.1	Croping Image.....	31
4.4.2	Komunikasi Serial.....	33
4.4.3	Pembuatan Dataset.....	34
4.4.4	Pengujian Dataset.....	34
4.4	Pengujian Pengenalan Wajah.....	35

4.5	Pengujian Servo.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>44</b>
5.1	Kesimpulan .....	44
5.2	Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Haar-like features .....	9
Gambar 2. 2 Ram Based Neural Network Architecture .....	11
Gambar 2. 3 Immediate Scan.....	12
Gambar 2. 4 Arduino Mega 2560 .....	12
Gambar 2. 5 Raspberry PI 3 B+ .....	14
Gambar 2. 6 PI Camera.....	16
Gambar 2. 7 Servo Motor.....	16
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja .....	19
Gambar 3. 2 Perancangan Sistem.....	20
Gambar 3. 3 Rancangan Perangkat Keras .....	22
Gambar 3. 4 Pengujian Kamera .....	22
Gambar 3. 5 Hasil Pengumpulan Data .....	23
Gambar 3. 6 Flowchart.....	24
Gambar 3. 7 Arsitektur WNN pada Pengenalan Wajah.....	27
Gambar 4. 1 Pengujian Pi Camera.....	29
Gambar 4. 2 Pengujian komunikasi serial antara Raspberry Pi dan Arduino Mega .....	30
Gambar 4. 3 Pengujian komunikasi serial antara Raspberry Pi dan Arduino Mega .....	33
Gambar 4. 4 Output Arduino Mega (Dataset) .....	34
Gambar 4. 5 Pengujian Dataset .....	35
Gambar 4. 6 Output Raspberry.....	35
Gambar 4. 7 Kamera Raspberry .....	36
Gambar 4. 8 Output Arduino .....	36
Gambar 4. 9 Pergerakan Servo.....	43



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1 Cropping Image .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabel 2 Hasil Uji <i>Face Recognition</i>.....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** Data Pengujian Deteksi Wajah dan Ekstraksi Fitur Mata dan Mulut

**Lampiran 2** *Source Code* Pengenalan Wajah secara *Realtime*

**Lampiran 3** *Source Code* Data Testing

**Lampiran 4** Dataset.cpp

**Lampiran 5** Dataset.h

**Lampiran 6** Hasil *Similarity Test*

**Lampiran 7** Form Perbaikan Ujian Skripsi (Pembimbing)

**Lampiran 8** Form Perbaikan Ujian Skripsi (Penguji)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pengenalan wajah merupakan salah satu elemen yang terkait dengan kecerdasan buatan[1]. Manusia dapat mengenali wajah manusia lain hanya melalui pengamatan visual menggunakan mata manusia. Informasi ini kemudian disimpan di dalam otak kita. Pengenalan wajah telah banyak digunakan dalam berbagai bidang teknologi, seperti verifikasi[2], absensi[3], hingga kesehatan[4].

Pengenalan wajah, yang juga dikenal sebagai Face Recognition, mengacu pada sistem identifikasi individu yang memanfaatkan fitur-fitur wajah seseorang [5]. Sistem pengenalan wajah yang akan dibuat ini bekerja dengan melakukan pemindaian wajah dari mata & mulut, dan data tersebut disimpan dalam database. Ketika kamera melakukan pemindaian wajah, sistem akan membandingkannya dengan data yang ada dalam database. Informasi akan muncul dan diverifikasi[2].

Computer vision adalah teknologi yang menarik perhatian para peneliti saat ini[6]. Computer vision memungkinkan komputer melihat, mendeteksi, dan memproses gambar seperti halnya penglihatan manusia. Hasil yang ditampilkan oleh komputer akan sejalan dengan input yang diberikan[7]. Computer vision dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti penghitungan objek, pemantauan objek, pelacakan objek, deteksi objek, dan pengenalan objek. Beberapa metode dalam pengenalan wajah diantaranya Viola Jones[8], Local Binary Patterns Histograms (LBPH)[8], Eigenfaces[9], Fisherface[10], dan lainnya. Namun, pada penelitian ini pengenalan wajah diterapkan pada mikrokontroler sehingga peneliti memutuskan menggunakan metode Weighless Neural Network.

Jaringan saraf tanpa bobot (Weightless Neural Networks atau WNN) didasarkan pada jaringan dari simpul-simpul Random Access Memory (RAM). Analogi sederhana dapat dibuat antara penguraian alamat pada RAM dan integrasi sinyal eksitatori dan inhibitori yang dilakukan oleh pohon dendritik neuron: semakin dekat sinapsis masukan dengan soma neuron, semakin besar pengaruhnya dalam menentukan keluaran neuron karena dapat mengatur integrasi masukan sinaptik lain yang berasal dari lokasi yang lebih jauh dalam pohon dendritik.

Menghubungkan sinyal eksitatori dan inhibitori neuron ke dalam sinyal biner buatan adalah sebuah penyederhanaan yang cukup sederhana, dengan representasi boolean sebagai bentuk yang paling sederhana dan praktis, di mana WNN dapat memiliki dasar kredibilitas biologisnya. Dengan kata lain, "kekuatan" sinyal masukan tergantung pada tinggi posisi koneksi masukan sinaptik dalam pohon dendritik, yang mirip dengan cara penguraian alamat RAM.

Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat, diantaranya Raspberry Pi, Pi Camera, Arduino Mega, dan Servo. Raspberry Pi digunakan untuk mengambil foto sebagai dataset, lalu merubahnya menjadi biner dan mengirimkan biner tersebut kedalam Arduino Mega. Arduino Mega memproses data biner yang diterima dari Raspberry untuk pengenalan wajah dengan metode Weightless Neural Network. Sedangkan servo digunakan untuk memastikan posisi object berada pada area tengah kamera.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengenalan wajah yang sebelumnya berjalan pada mikrokomputer dan dikembangkan untuk dilakukan pada mikrokontroler dengan memori yang terbatas. Dengan adanya pengembangan ini, diharapkan pengenalan wajah dapat diterapkan dalam sistem tertanam.

Oleh sebab itu penelitian ini diberi judul **“Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroler Dengan Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi Mata Dan Mulut”**.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Dengan dasar latar belakang yang telah dijelaskan, diambillah perumusan masalah, yaitu:

1. Pengenalan wajah pada mikrokontroler dengan metode Weightless Neural Networks.
2. Performa metode Weightless Neural Networks dalam pengenalan wajah pada mikrokontroler.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah, penulis menentukan tujuan penelitian diantaranya:

1. Mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pengenalan wajah yang efisien pada mikrokontroller.
2. Mendapatkan performa yang cukup baik, efisiensi, dan kemampuan pengolahan data yang memadai.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian, ada beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Pengenalan wajah pada skala yang lebih kecil dan terdistribusi.
2. Meningkatkan keamanan dan efisiensi sistem.

### **1.5. Batasan Masalah**

Berdasarkan perumusan masalah, penulis menentukan batasan masalah diantaranya:

1. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 dengan flash memori hanya 256 KB.
2. Jumlah data pelatihan terbatas.
3. Adanya ketidaksempurnaan dalam hasil pengenalan wajah pada situasi tertentu.

### **1.6. Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini, metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### **1.6.1. Metode Studi Pustaka dan Literatur**

Pada metode ini, dilakukan pencarian dan pengumpulan referensi berupa literatur yang terdapat pada buku, paper dan internet mengenai topik yang sedang dikerjakan, hal ini bertujuan untuk menunjang pada penelitian yang akan dilakukan.



### **1.6.2. Metode Konsultasi**

Dalam metode ini penulis melakukan konsultasi secara langsung dan atau tidak langsung kepada semua pihak narasumber yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang baik dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penulisan Skripsi: Implementasi Pengenalan Wajah pada Mikrokontroller Dengan Metode Weightless Neural Networks Dengan Identifikasi Mata Dan Mulut.

### **1.6.3. Metode Pengujian dan Validasi**

Pada metode ini melakukan pengujian terhadap database yang telah dibuat dan hasil pengujian dapat dilihat dari akurasi, efisiensi dan faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan pengujian.

### **1.6.4. Metode Hasil dan Analisa**

Hasil dari pengujian pada penelitian ini akan dianalisa seluruh kelebihan serta kekurangannya, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai referensi yang baik untuk penelitian selanjutnya.

### **1.6.5. Metode Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Metode ini merupakan tahap akhir dari Metodologi Penelitian, berdasarkan hasil dan analisis penelitian yang dilakukan maka akan didapatkan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya

## **1.7. Sistematika Penulisan**

Dalam rangka memudahkan penyusunan Skripsi ini dan memberikan kejelasan pada setiap bab yang ada, disusunlah sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I – PENDAHULUAN**

Pada bab ini, akan dibahas latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, perumusan dan batasan masalah, metodologi penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan dari penelitian ini.

### **BAB II – TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini, akan dijelaskan dasar teori, konsep, dan prinsip dasar yang relevan yang menjadi dasar dalam memecahkan masalah dalam penelitian ini.

### **BAB III – METODOLOGI**

Bab ini akan menjelaskan secara rinci tentang teknik, metode, dan alur proses yang dilakukan dalam penelitian ini.

### **BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan menyajikan hasil pengujian dan analisis yang diperoleh dari penelitian, serta pembahasan terhadap hasil yang telah dicapai. Dalam pembahasan ini akan dibahas mengenai kelebihan dan kekurangan dari penelitian yang telah dilakukan.

### **BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab terakhir, akan dijelaskan kesimpulan yang didasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, serta diberikan saran untuk penelitian selanjutnya terkait Skripsi yang sedang dikerjakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Derisma, “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Eigenface pada Perangkat Mobile Berbasis Android,” *J. Komput. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 127–136, 2016, [Online]. Available: <http://jurnal.pcr.ac.id>.
- [2] I. Piarsa and R. Hisamuddin, “Sistem Verifikasi Online Menggunakan Biometrika Wajah,” *Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 88–94, 2010.
- [3] S. Sugeng and A. Mulyana, “Sistem Absensi Menggunakan Pengenalan Wajah (Face Recognition) Berbasis Web LAN,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 11, no. 1, pp. 127–135, 2022, doi: 10.32736/sisfokom.v11i1.1371.
- [4] D. Alamsyah and D. Pratama, “Implementasi Convolutional Neural Networks (CNN) untuk Klasifikasi Ekspresi Citra Wajah pada FER-2013 Dataset,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 350–355, 2020, doi: 10.36294/jurti.v4i2.1714.
- [5] A. Budi, S. Suma’inna, and H. Maulana, “Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA),” *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 166–175, 2018, doi: 10.15408/jti.v9i2.5608.
- [6] L. Dinalankara, “Face detection & face recognition using open computer vision classifiers,” *ResearchGate*, pp. 1–18, 2017.
- [7] V. Wiley and T. Lucas, “Computer Vision and Image Processing: A Paper Review,” *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 2, no. 1, p. 22, 2018, doi: 10.29099/ijair.v2i1.42.
- [8] I. K. S. Buana, “Penerapan Pengenalan Wajah Untuk Aplikasi Absensi dengan Metode Viola Jones dan Algoritam LBPH,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, p. 1008, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3008.

- [9] G. M. Zafaruddin and H. S. Fadewar, "Face recognition using eigenfaces," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 810, no. 5, pp. 855–864, 2018, doi: 10.1007/978-981-13-1513-8\_87.
- [10] M. Anggo and La Arapu, "Face Recognition Using Fisherface Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1028, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012119.
- [11] S. Nurmaini, A. Zarkasi, D. Stiawan, B. Y. Suprpto, S. D. Siswanti, and H. Ubaya, "Robot movement controller based on dynamic facial pattern recognition," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 22, no. 2, pp. 733–743, 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v22.i2.pp733-743.
- [12] A. Zarkasi, S. Nurmaini, D. Stiawan, and B. Y. Suprpto, "Weightless Neural Networks Face Recognition Learning Process for Binary Facial Pattern," *Indones. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 955–969, 2022, doi: 10.52549/ijeii.v10i4.3957.
- [13] J. Arifin, L. N. Zulita, and H. Hermawansyah, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," *J. MEDIA INFOTAMA*, vol. 12, no. 1, pp. 89–98, Feb. 2016, doi: 10.37676/jmi.v12i1.276.
- [14] M. T. Hidayat, "Sistem Pengatur Lampu Lalu Lintas menggunakan Image Processing," *Sist. Pengatur Lampu Lalu Lintas menggunakan Image Process.*, vol. 3, pp. 274–282, 2020.
- [15] Saputra Erwin Ardias, "Perancangan Kendali Manipulator Remotely Operated Vehicle untuk Mengambil Objek dengan Menggunakan Kamera Sebagai Visual Sensor," 2018.