

SKRIPSI

**SISTEM PENDETEKSI CITRA WAJAH DENGAN
METODE *VIOLA-JONES* BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* UNTUK KEAMANAN PADA KENDARAAN
PRIBADI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Wayan Indrawan

NIM. 2015344012

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

**SISTEM PENDETEKSI CITRA WAJAH DENGAN
METODE *VIOLA-JONES* BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* UNTUK KEAMANAN PADA KENDARAAN
PRIBADI**

Oleh :

I Wayan Indrawan

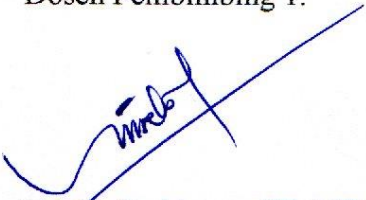
NIM. 2015344012

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali


Bukit Jimbaran, ²⁰⁻⁸⁻..... 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:


I Made Purbhawa, ST.,MT.
NIP. 196712121997021001

Dosen Pembimbing 2:


Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI., MT.
NIP. 199110162020122005

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SISTEM PENDETEKSI CITRA WAJAH DENGAN METODE *VIOLA-JONES* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK KEAMANAN PADA KENDARAAN PRIBADI

Oleh :

I Wayan Indrawan

NIM. 2015344012

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 22 Agustus 2024
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 23 Agustus... 2024

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. Ir. I Made Budiada, M.Pd.
NIP. 196606161993031003

2. Dr. I Ketut Swardika, ST.Msi.
NIP. 197005021999031002

Dosen Pembimbing :

1. I Made Purbhawa, ST., MT.
NIP. 196712121997021001

2. Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI.,M.T.
NIP. 199110162020122005



Disahkan Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

SISTEM PENDETEKSI CITRA WAJAH DENGAN METODE VIOLA-JONES BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK KEAMANAN PADA KENDARAAN PRIBADI

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 29 Agustus 2024

Yang menyatakan



I Wayan Indrawan

NIM. 2015344012

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pendeteksi citra wajah berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan keamanan kendaraan pribadi menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM dan metode Viola-Jones. Sistem ini memungkinkan pemantauan keamanan kendaraan secara real-time melalui smartphone, memberikan solusi atas masalah kejahatan pencurian kendaraan yang terus meningkat. Sistem ini dilengkapi dengan beberapa fitur, termasuk notifikasi melalui aplikasi Telegram yang akan memberi peringatan langsung kepada pengguna jika ada deteksi wajah yang mencurigakan, serta pemantauan keamanan kendaraan yang dapat dilakukan melalui aplikasi tertentu di smartphone. Mikrokontroler ESP32-CAM digunakan sebagai komponen utama yang bertugas untuk menangkap gambar dan melakukan pemrosesan awal untuk mendeteksi wajah, sementara metode Viola-Jones digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah secara efisien. Alur kerja sistem dimulai dari pengambilan gambar oleh kamera ESP32-CAM, yang kemudian diolah menggunakan algoritma Viola-Jones untuk mendeteksi wajah. Jika wajah terdeteksi, sistem akan mengirim notifikasi ke smartphone pengguna melalui Telegram dan data citra akan disimpan untuk keperluan lebih lanjut. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja deteksi wajah dipengaruhi oleh jarak, sudut kemiringan wajah, dan penggunaan aksesoris. Jarak optimal untuk deteksi wajah ditemukan pada 75 cm dengan akurasi dan recall mencapai 0,9. Sementara itu, sudut kemiringan yang lebih besar dari 15° secara signifikan menurunkan kinerja deteksi. Penggunaan aksesoris seperti topi, kacamata hitam, dan masker juga mempengaruhi akurasi deteksi, dengan masker memberikan dampak paling signifikan. Temuan ini penting untuk pengembangan sistem keamanan yang lebih andal, khususnya dalam aplikasi IoT yang memerlukan deteksi wajah yang konsisten di berbagai kondisi.

Kata Kunci: Pendeteksi, Citra Wajah, IoT, ESP32-CAM, metode Viola-Jones.

ABSTRACT

This study aims to design and analyze a facial image detection system based on the Internet of Things (IoT) to enhance the security of private vehicles using the ESP32-CAM microcontroller and the Viola-Jones method. The system enables real-time vehicle security monitoring via a smartphone, providing a solution to the growing issue of vehicle theft. The system is equipped with several features, including notifications through the Telegram app that alert users immediately if a suspicious face is detected, as well as security monitoring that can be conducted via a specific smartphone application. The ESP32-CAM microcontroller serves as the primary component responsible for capturing images and performing initial processing to detect faces, while the Viola-Jones method is utilized for efficient face detection and recognition. The system's workflow begins with image capture by the ESP32-CAM camera, which is then processed using the Viola-Jones algorithm to detect faces. If a face is detected, the system sends a notification to the user's smartphone via Telegram, and the image data is stored for further analysis. The analysis results show that facial detection performance is influenced by distance, face tilt angle, and the use of accessories. The optimal distance for face detection is found to be 75 cm, with accuracy and recall reaching 0.9. Additionally, tilt angles greater than 15° significantly reduce detection performance. The use of accessories such as hats, sunglasses, and masks also impacts detection accuracy, with masks having the most significant effect. These findings are crucial for developing more reliable security systems, especially in IoT applications that require consistent face detection under various conditions.

Keywords: *Detection, Facial Image, IoT, ESP32-CAM, Viola-Jones method.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atau Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, yang telah memandu penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Skripsi dengan judul "Sistem Pendeteksi Citra Wajah Dengan Metode *Viola-Jones* Berbasis *Internet of Things* Untuk Keamanan Pada Kendaraan Pribadi". Proposal Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi akhir Program Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Dalam proses penulisan Skripsi ini, penulis menghadapi beberapa kendala yang berhasil diatasi dengan baik, berkat bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amertayasa, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., MT. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Purbhawa, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1, yang memberikan bimbingan dan arahan luar biasa dalam penyusunan Proposal Skripsi.
5. Ibu Dewa Ayu Indah Cahya Dewi, S.TI.,M.T. selaku Dosen Pembimbing 2, yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Proposal Skripsi.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama kegiatan perkuliahan.
7. Keluarga, teman-teman kelas VIIB Teknik Otomasi, dan semua pihak yang turut membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penyusunan Proposal Skripsi ini dan dengan rendah hati menerima kritik dan saran membangun dari pembaca guna perbaikan yang lebih baik. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bukit Jimbaran, 29 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Sebelumnya	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Biometrik wajah	8
2.2.2. Pengolah Citra Wajah Digital	8
2.2.3. <i>Face Detection</i> dengan Metode <i>Viola-Jones</i>	11
2.2.4. <i>Face Recognition</i> dengan Klasifikasi <i>Haar</i>	14
2.2.5. Confusion Matrix.....	15
2.2.6. ESP32-CAM	17
2.2.7. ESP32	18
2.2.8. Regulator Tegangan DC LM2589	18
2.2.9. Modul LCD OLED I2C.....	19

2.2.10. Modul Relay	21
2.2.11. Sensor Sentuh TTP223	22
2.2.12. Door Central Lock	23
2.2.13. Kodular	24
2.2.14. <i>Firebase</i>	25
2.2.15. Arduino IDE	26
2.2.16. Internet of Things	27
2.2.17. Telegram	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1. Rancangan Sistem	30
3.1.1. Rancangan <i>Hardware</i>	30
3.1.2. Rancangan Perangkat	30
3.1.3. Rancangan <i>Software</i>	35
3.2. Pembuatan Alat	39
3.2.1. Langkah Pembuatan Alat.....	39
3.2.2. Alat dan Bahan	39
3.3. Analisa Hasil Penelitian	41
3.3.1 Pengujian Kinerja Pendeteksian Citra Wajah pada ESP32-CAM.....	41
3.3.2 Pengujian Tingkat Akurasi Jarak	41
3.3.3 Pengujian Tingkat Toleransi Kemiringan	43
3.3.4 Pengujian Pengaruh Aksesoris	45
3.4. Hasil Yang Diharapkan.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Hasil Implementasi Sistem.....	47
4.1.1. Implementasi <i>Hardware</i>	47
4.1.2. Implementasi <i>Software</i>	48
4.2. Hasil Pengujian Sistem	63
4.2.1. Pengujian Alat	63
4.2.2. Pengujian Aplikasi.....	66
4.2.3. Pengujian Penyimpanan Data.....	68
4.2.4. Pengujian Parameter-parameter yang Diamati	69
4.3. Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	114
4.3.1. Analisa Kinerja Pendeteksian Citra Wajah pada ESP32-CAM	114
4.3.2. Analisa Tingkat Akurasi Jarak	115

4.3.3. Analisa Tingkat Toleransi Kemiringan	115
4.3.4. Analisa Pengaruh Aksesoris	117
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	119
5.1 Kesimpulan	119
5.2 Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biometrik Wajah.....	8
Gambar 2.2 Pengolahan Citra Wajah	9
Gambar 2.3 RGB to Grayscale.....	10
Gambar 2.4 Dimension Reduction	10
Gambar 2.5 Paul Viola dan Michael J. Jones	11
Gambar 2.6 Skema Kerja Haar Feature.....	12
Gambar 2.7 Nilsu Pixel Titik (x,y).....	13
Gambar 2.8 Algoritma AdaBoost.....	13
Gambar 2.9 Cascaded Classifier	14
Gambar 2.10 Fitur Klasifikasi Haar	15
Gambar 2.11 Klasifikasi Matrix	16
Gambar 2.12 ESP32-CAM.....	17
Gambar 2.13 ESP32	18
Gambar 2.14 Regulator DC LM2596.....	19
Gambar 2.15 Modul LCD OLED I2C.....	21
Gambar 2.16 Modul Relay	22
Gambar 2.17 Modul Sensor Sentuh TTP223	23
Gambar 2.18 Door Central Lock.....	24
Gambar 2.19 Kodular.....	25
Gambar 2.20 Firebase	26
Gambar 2.21 Arduino IDE	27
Gambar 2.22 Internet of Things	28
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Perangkat Mikrokontroler	31
Gambar 3.2 Wiring Diagram Perancangan Perangkat Mikrokontroler	31
Gambar 3.3 Rancangan Panel bagian Pintu Mobil	33

Gambar 3.4	Rancangan Panel bagian dalam Mobil	33
Gambar 3.5	Flowchart Sistem	34
Gambar 3.6	Rancangan 3D Sistem Pendeteksi Citra Wajah	35
Gambar 3.7	Rancangan Database pada Firebase	36
Gambar 3.8	Rancangan Database pada Spreadsheet.....	36
Gambar 3.9	Rancangan Aplikasi Kodular	37
Gambar 3.10	Tampilan Halaman Sistem.....	38
Gambar 3.11	Tampilan Halaman Data	39
Gambar 4.1	Tampak Depan Panel Bagian Dalam Mobil	47
Gambar 4.2	Tampak Depan Panel Bagian Luar Mobil	48
Gambar 4.3	Library pada ESP32.....	50
Gambar 4.4	Pengaturan Variabel dan Pin ESP32.....	50
Gambar 4.5	Void Setup ESP32.....	51
Gambar 4.6	Void Loop ESP32	52
Gambar 4.7	Void kontrolCam ESP32.....	53
Gambar 4.8	Void kontrolKodular ESP32	53
Gambar 4.9	Void kontrolTouch ESP32	54
Gambar 4.10	Void Bdalam ESP32	55
Gambar 4.11	Void Bluar ESP32	56
Gambar 4.12	Void Gdalam ESP32	57
Gambar 4.13	Void Gluar ESP32.....	58
Gambar 4.14	Void displayy ESP32	58
Gambar 4.15	Realtime Database pada Firebase.....	59
Gambar 4.16	Realtime Database pada Firebase.....	60
Gambar 4.17	Blok Kode Halaman Pertama	60
Gambar 4.18	Blok Kode Halaman Kedua.....	61
Gambar 4.19	Blok Kode Halaman Kedua.....	62

Gambar 4.20 Blok Kode Kontrol	62
Gambar 4.21 Blok Kode Tampilan Halaman Data.....	63
Gambar 4.22 Pengujian Mikrokontroler ESP32	63
Gambar 4.23 Program Pengujian Mikrokontroler.....	64
Gambar 4.24 Tampilan LED pada Mikrokontroler Menyala	64
Gambar 4.25 Pengujian Relay 4 Channel	65
Gambar 4.26 Pengujian Sensor ProximSentuhity	65
Gambar 4.27 Pengujian OLED I2C	66
Gambar 4.28 Halaman Awal FaceKey.ID	67
Gambar 4.29 Halaman Monitoring FaceKey.ID	67
Gambar 4.30 Halaman Data FaceKey.ID	68
Gambar 4.31 Pengujian Penyimpanan Data pada Firebase.....	68
Gambar 4.32 Pengujian Penyimpanan Data pada Kodular	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Penjelasan pin komponen ke pin ESP32	32
Tabel 3. 2 Alat-alat yang digunakan.....	40
Tabel 3. 3 Bahan komponen mikrokontroler.....	40
Tabel 3. 4 Bahan prototipe pendeteksi citra wajah.....	40
Tabel 3. 5 Perangkat lunak yang digunakan.....	41
Tabel 3. 6 Tabel pengujian kinerja ESP32-CAM dalam mendeteksi citra wajah	41
Tabel 3. 7 Tabel pengujian 5 objek citra wajah dengan 5 orang manusia.....	42
Tabel 3. 8 Tabel pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan.....	42
Tabel 3. 9 Tabel pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan.....	42
Tabel 3. 10 Tabel pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan.....	43
Tabel 3. 11 Tabel pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan.....	43
Tabel 3. 12 Tabel pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan.....	43
Tabel 3. 13 Tabel pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan.....	44
Tabel 3. 14 Tabel pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan.....	44
Tabel 3. 15 Tabel pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan.....	45
Tabel 3. 16 Tabel pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan	45
Tabel 3. 17 Tabel pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan	46
Tabel 3. 18 Tabel pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan	46
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendaftaran Wajah	70

Tabel 4. 2 Hasil pengujian 5 objek citra wajah dengan 5 orang manusia dari luar mobil	74
Tabel 4. 3 Hasil pengujian 5 objek citra wajah dengan 5 orang manusia dari dalam mobil	76
Tabel 4. 4 Hasil pengujian 5 objek citra wajah dengan 5 orang manusia dari luar mobil	78
Tabel 4. 5 Hasil pengujian 5 objek citra wajah dengan 5 orang manusia dari dalam mobil	79
Tabel 4. 6 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari luar mobil	81
Tabel 4. 7 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari dalam mobil	82
Tabel 4. 8 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari luar mobil	83
Tabel 4. 9 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari dalam mobil	83
Tabel 4. 10 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari luar mobil	83
Tabel 4. 11 Hasil pengujian objek citra wajah dengan jarak yang ditentukan dari dalam mobil	84
Tabel 4. 12 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari luar mobil.....	85
Tabel 4. 13 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari dalam mobil	86

Tabel 4. 14 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari luar mobil.....	87
Tabel 4. 15 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari4dalam mobil	88
Tabel 4. 16 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari luar mobil.....	89
Tabel 4. 17 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari dalam mobil	91
Tabel 4. 18 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari luar mobil.....	92
Tabel 4. 19 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari dalam mobil	92
Tabel 4. 20 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari luar mobil.....	93
Tabel 4. 21 Hasil pengujian objek citra wajah dengan derajat kemiringan yang ditentukan dari dalam mobil	93
Tabel 4. 22 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari luar mobil.....	95
Tabel 4. 23 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari dalam mobil	102
Tabel 4. 24 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari luar mobil.....	109
Tabel 4. 25 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari dalam mobil	109

Tabel 4. 26 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari luar mobil.....	109
abel 4. 27 Hasil pengujian objek citra wajah dengan aksesoris yang ditentukan dari dalam mobil	110
Tabel 4. 28 Pengujian delay waktu pada mode manual menggunakan kontrol kodular	111
Tabel 4. 29 Pengujian delay waktu pada mode manual menggunakan sensor sentuh .	112
Tabel 4. 30 Pengujian delay waktu pada mode otomatis menggunakan face detection	113

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Sistem Pendeteksi Wajah Dengan Metode Viola-Jones Berbasis Internet of Things Untuk Keamanan Pada Kendaraan Pribadi	124
Lampiran 2. Tampilan Aplikasi FaceKey.ID.....	125
Lampiran 3. Notifikasi Telegram	125

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Internet of Things (IoT) umumnya dikenal sebagai kemampuan untuk menghubungkan perangkat pintar dan memfasilitasi interaksi antar-perangkat, antara perangkat dengan lingkungan, dan dengan perangkat komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. *Internet of Things* (IoT) telah diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan sehari-hari di masyarakat. Pertumbuhan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang pesat telah memberikan kontribusi signifikan terhadap kenyamanan dan efisiensi kehidupan manusia, mulai dari implementasi *Internet of Things* (IoT) pada tingkat individu hingga adopsi aplikasi rumah pintar dan mobil pintar. Teknologi ini memberikan solusi dalam bidang keamanan, efisiensi kerja, dan pengawasan yang lebih baik [1].

Mobil merupakan kendaraan fungsional yang sangat umum digunakan oleh masyarakat dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam bidang kegiatan formal lainnya [2]. Pada dasarnya, mobil sudah dilengkapi dengan dua sistem keamanan kunci konvensional yang prinsip kerjanya sama seperti kunci silinder pada pintu rumah, dengan bentuk gerigi rumit yang digunakan untuk membuka pintu mobil dan menghidupkan sistem kelistrikan agar mobil dapat dioperasikan. Hal ini didukung oleh *central door lock*, yaitu fitur yang memungkinkan pengemudi atau penumpang mengunci dan membuka semua pintu mobil secara bersamaan hanya dengan satu tombol atau saklar dari dalam mobil. Fitur ini juga memungkinkan pengemudi mengontrol keamanan pintu mobil dengan mudah untuk meningkatkan keselamatan pengemudi dan penumpang ketika berkendara.

Seiring berjalannya waktu, teknologi modern penguncian terhadap mobil telah terus berkembang, mulai dari penggunaan sistem alarm hingga *remote control* dengan sistem radio frekuensi/RF. Namun, menurut informasi yang ada, sistem keamanan tersebut tidak cukup maksimal untuk membantu mengamankan mobil dan masih dapat diduplikasi serta dikendalikan oleh oknum pencuri, sehingga tindak kejahatan pencurian mobil masih terus terjadi [3]. Data statistik tahun 2014 menjelaskan bahwa pada tahun 2011 pencurian kendaraan bermotor mencapai 39.217 kasus, tahun 2012 sebanyak 41.816 kasus, dan tahun 2013 sebanyak 42.508 kasus. Sementara itu, jumlah pengguna kendaraan bermotor untuk seluruh jenis kendaraan juga mengalami peningkatan, yaitu tahun 2011 sebanyak 85.601.351 pengguna, tahun 2012 sebanyak 94.373.324 pengguna, dan tahun 2013 sebanyak 104.118.969 pengguna. Dengan demikian, peningkatan tindak kriminal

sebanding dengan peningkatan pengguna kendaraan di Indonesia [4]. Selain karena tindak kejahatan yang sengaja dilakukan oleh oknum-oknum tidak bertanggung jawab, kelalaian pemilik kendaraan atau mobil menjadi faktor yang mempengaruhi kejahatan tersebut. Kelalaian yang dimaksud adalah ketika pemilik kendaraan menghilangkan remote atau kunci mobil secara tidak sengaja saat beraktivitas, sehingga akses keamanan mobil dapat berpindah tangan kepada orang lain tanpa sepengetahuan pemilik kendaraan.

Kasus ini menjadi latar belakang penelitian oleh penulis dalam perancangan Sistem Pendeteksi Citra Wajah dengan Metode *Viola-Jones* Berbasis *Internet of Things* untuk Keamanan Kendaraan Pribadi, karena citra wajah manusia merupakan ciri khas setiap individu manusia yang sulit untuk diduplikasi dan dimanipulasi jika dibandingkan dengan sistem keamanan non-biometrik seperti kunci fisik dan remote dengan frekuensi rendah. Untuk itu, sistem yang dirancang ini tidak hanya memanfaatkan teknologi IoT untuk menghubungkan perangkat pintar seperti smartphone dengan kendaraan, tetapi juga menerapkan metode *Viola-Jones* yang sudah terbukti efektif dalam mendeteksi wajah secara cepat dan akurat. Sistem ini direncanakan untuk dapat mendeteksi wajah pemilik kendaraan, mengirimkan notifikasi real-time melalui aplikasi smartphone jika ada deteksi wajah yang mencurigakan, serta memungkinkan pemilik kendaraan untuk memantau dan mengontrol akses keamanan kendaraan. Dengan demikian, sistem ini bertujuan untuk meminimalisir tindak kejahatan pencurian mobil yang memanfaatkan kecerdikan oknum tidak bertanggung jawab serta mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh kelalaian manusia terhadap proteksi keamanan kendaraan pribadi.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah merancang rangkaian sistem keamanan kendaraan menggunakan citra wajah dengan metode *viola-jones* berbasis *Internet of Things* pada kendaraan pribadi?
2. Bagaimanakah tingkat akurasi pada rentan jarak tertentu, toleransi kemiringan, dan pengaruh penggunaan aksesoris terhadap pendeteksi citra wajah menggunakan ESP32-CAM dengan metode *Viola-Jones* berbasis *Internet of Things*?
3. Bagaimanakah memonitoring keamanan akses kendaraan melalui *smartphone*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah ini ditetapkan oleh penulis agar menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan tidak keluar dari masalah yang muncul supaya

penelitian sesuai dengan judul yang diangkat, Batasan masalah yang ada di dalam penelitian yaitu:

- a. Sistem pendeteksi citra wajah dengan metode *Viola-Jones* diterapkan pada mobil.
- b. Pengaruh tingkat akurasi jarak dalam pendeteksi citra wajah metode *Viola-Jones*.
- c. Pengaruh kemiringan dalam pendeteksi citra wajah metode *Viola-Jones*.
- d. Pengaruh penggunaan aksesoris dalam pendeteksi citra wajah metode *Viola-Jones*.
- e. Sistem monitoring dan kontrol keamanan mobil secara *realtime* akan ditampilkan pada *smartphone* menggunakan aplikasi *Kodular*.
- f. Perancangan alat dan pengambilan data dilakukan menggunakan mobil asli.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat merancang dan membuat sistem pendeteksi citra wajah menggunakan metode *Viola-Jones* berbasis *Internet of Things* untuk keamanan pada kendaraan pribadi menggunakan pemograman *software* Arduino IDE dan monitoring secara *realtime* melalui *smartphone*.
- b. Dapat mengetahui tingkat akurasi jarak, tingkat toleransi kemiringan dan pengaruh penggunaan aksesoris terhadap pendeteksian citra wajah menggunakan mikrokontroler *ESP32-CAM* dengan metode *Viola-Jones* berbasis *Internet of Things*.
- c. Dapat memonitoring keamanan akses kunci mobil secara *realtime* menggunakan *smartphone*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari diadakannya penelitian ini yakni:

- a. Manfaat akademik
 1. Dapat memperluas metodologi pendeteksian citra wajah dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*, memberikan wawasan baru tentang integrasi antara pengolahan citra dan teknologi sensor.
 2. Proses pengembangan prototipe atau sistem dapat membantu dalam membangun pengetahuan praktis tentang implementasi teknologi *Internet of Things* dalam lingkungan keamanan.
 3. Mahasiswa atau peneliti yang terlibat dalam proyek ini akan mendapatkan pengalaman berharga dalam merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi sistem keamanan menggunakan metode *Viola-Jones* berbasis *Internet of Things*.

b. Manfaat aplikatif

1. Dapat memudahkan pemilik mobil karena tidak perlu membawa kunci fisik ataupun remote mobil sehingga meminimalisir terjadinya kehilangan kunci fisik ataupun remote mobil secara tidak sengaja pada saat beraktifitas.
2. Dapat membantu meminimalisir tindak kejahatan pencurian mobil, karena biometrik citra wajah tidak dapat ditiru dan akses kendaraan dapat dimonitoring oleh pemilik melalui *smartphone*.
3. Dapat memberikan upaya solusi kepada masyarakat dalam menjaga keamanan mobil yang menyangkut hak milik dan privasi pemilik mobil.
4. Mengembangkan *Internet of Things* dalam bidang keamanan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian skripsi ini terdiri dari:

a. BAB I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Menguraikan penelitian sebelumnya dan landasan teori terkait implementasi Sistem Pendeteksi Citra Wajah Dengan Metode *Viola-Jones* Berbasis *Internet of Things*.

c. BAB III Metode Penelitian

Menguraikan perancangan sistem dan alat, pembuatan aplikasi, dan pengujian.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menguraikan hasil dari permasalahan penelitian yang terdiri dari hasil implementasi sistem baik dalam *hardware* maupun *software*, pengujian perangkat master, pengujian parameter-parameter yang diamati dan analisa pengujian.

e. BAB V Kesimpulan dan Saran

Menguraikan tentang simpulan dan saran dari hasil penelitian yang sekiranya bermanfaat bagi pembaca dan juga saran kedepannya.

f. Daftar Pustaka

Memberi informasi publikasi dari referensi seperti, buku, jurnal, ataupun sumber lainnya yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Sistem keamanan kendaraan menggunakan citra wajah dengan metode Viola-Jones berbasis Internet of Things (IoT) pada kendaraan pribadi telah berhasil dirancang. Sistem ini memanfaatkan ESP32-CAM untuk pendeteksian wajah dan memonitoring akses keamanan kendaraan melalui smartphone. Metode Viola-Jones digunakan untuk mendeteksi wajah secara real-time, dengan hasil deteksi yang ditransmisikan melalui jaringan internet untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh.
- b. Penelitian ini menunjukkan bahwa ESP32-CAM dapat mendeteksi wajah dengan baik pada jarak optimal 50 cm. Namun, kinerja deteksi wajah menurun secara signifikan saat jarak semakin dekat atau jauh, serta ketika wajah berada pada sudut kemiringan yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dan sudut kemiringan wajah merupakan faktor penting yang mempengaruhi akurasi dan keandalan deteksi wajah menggunakan ESP32-CAM. Aksesoris yang menutupi fitur penting wajah, seperti masker, secara signifikan mengurangi akurasi deteksi oleh ESP32-CAM. Sebaliknya, aksesoris seperti kacamata hitam dan topi menunjukkan pengaruh yang lebih kecil terhadap kinerja deteksi. Ini menunjukkan bahwa jenis aksesoris yang digunakan oleh pengguna dapat mempengaruhi keefektifan sistem deteksi wajah berbasis ESP32-CAM, dan perlu diperhitungkan dalam pengembangan sistem keamanan berbasis deteksi wajah.
- c. Meskipun terdapat beberapa keterbatasan dalam hal jarak, kemiringan wajah, dan penggunaan aksesoris, sistem deteksi wajah berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) memiliki potensi untuk meningkatkan keamanan kendaraan pribadi. Sistem ini memungkinkan monitoring dan kontrol akses kendaraan secara real-time melalui smartphone, memberikan solusi keamanan yang lebih personal dan sulit diduplikasi dibandingkan sistem konvensional seperti kunci fisik dan remote control.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk pengembangan selanjutnya, penulis menyampaikan beberapa saran, antara lain:

- a. Kedepannya mengatur jarak deteksi wajah pada sekitar 50 cm untuk mencapai akurasi dan recall yang optimal. Jarak ini memungkinkan ESP32-CAM untuk mendeteksi wajah dengan akurasi yang lebih tinggi. Sistem harus dirancang agar dapat menyesuaikan jarak deteksi atau menyediakan panduan yang jelas untuk pemasangan perangkat pada jarak yang optimal.
- b. Kedepannya untuk meningkatkan kinerja deteksi wajah, pastikan wajah berada pada sudut kemiringan tidak lebih dari 15° . Sistem dapat dilengkapi dengan mekanisme penyesuaian atau orientasi yang dapat membantu mengarahkan wajah ke posisi yang lebih optimal untuk deteksi. Selain itu, pertimbangkan untuk menambahkan fitur yang dapat memperbaiki deteksi pada sudut kemiringan yang lebih besar, seperti menggunakan beberapa kamera atau sensor tambahan.
- c. Kedepannya rancang sistem untuk dapat mengatasi penggunaan aksesoris yang dapat mempengaruhi akurasi deteksi wajah. Pertimbangkan untuk menambahkan algoritma pemrosesan tambahan yang dapat mengidentifikasi dan mengatasi gangguan dari aksesoris seperti masker atau topi. Untuk penggunaan yang intensif, mungkin perlu melengkapi sistem dengan fitur pelatihan yang dapat mengenali wajah dengan berbagai aksesoris yang umum digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Yusuf, I. Kariema, Dan F. T. Industri, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Mobil Dan Lokasi Berbasis Website,” Vol. 2, No. 2, Hal. 41–50, 2018.
- [2] R. S. Putri *Et Al.*, “Pengaruh Promosi Penjualan Dalam Meningkatkan Penjualan Mobil Mitsubishi Pada Pt . Pekan Perkasa Berlian Motor Pekanbaru Rami Syah Putri Dan Indra Safri,” *Vol. 1 No. 2 J. Valuta*, Vol. 1, No. 2, Hal. 298–321, 2015.
- [3] G. Turesna Dan W. P. Sari, “Proteksi Sistem Keamanan Kendaraan Mobil Menggunakan Rfid Berbasis Mcu Atmega 328,” *J. Tiarsie*, Vol. 16, No. 2, Hal. 65, 2019, Doi: 10.32816/Tiarsie.V16i2.59.
- [4] Badan Pusat Statistik, “Badan Pusat Statistik,” *Badan Pus. Stat.*, Hal. 335–58, 2017, Doi: 10.1055/S-2008-1040325.
- [5] M. J. Mega Putra Yogia Santoso, Koesmariyanto, “Perancangan Sistem Keamanan Central Lock Mobil Menggunakan Identifikasi E-Ktp,” *J. Jartel (Jaringan Telekomunikasi)*, Vol. 9, No. 4, Hal. 404–410, 2019.
- [6] M. H. Hersyah, F. Firdaus, Dan A. S. Putri, “Penerapan Face Recognition Pada Sistem Starter Mobil Otomatis Menggunakan Metode Eigenface Berbasis Mini Pc,” *J. Teknoif*, Vol. 6, No. 2, Hal. 81–89, 2018, Doi: 10.21063/Jtif.2018.V6.2.81-89.
- [7] O. Pribadi, “Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar,” *J. Times Technol. Informatics Comput. Syst.*, Vol. Xii, No. Juni, Hal. 40–47, 2023.
- [8] S. Sebastian, “Literature Survei On Automated Person Identification Techniquet,” *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput. 2 232237*, Vol. 2, Hal. 5, 2013.
- [9] T. Susim Dan C. Darujati, “Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan Opencv,” *J. Syntax Admiration*, Vol. 2, No. 3, Hal. 534–545, 2021, Doi: 10.46799/Jsa.V2i3.202.
- [10] A. N. T. Rd. Kusumanto, “Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. Terap. 2011 (Semantik 2011) Isbn 979-26-0255-0*, Vol. 1, Hal. 7, 2011.
- [11] Kadek Dwi Sastra Wiguna, *Sistem Pendeteksi Wajah Dengan Metode Viola-Jones Untuk Keamanan Pintu Ruangan*, Kadek Dwi. Denpasar: Kadek Dwi Sastra Wiguna, 2021.
- [12] Y.-Q. Wang, “An Analysis Of The Viola-Jones Face Detection Algorithm,” *Image Process. Line*, Vol. 4, Hal. 128–148, 2014, Doi: 10.5201/Ipol.2014.104.
- [13] S. Zhang, C. Bauckhage, Dan A. B. Cremers, “Informed Haar-Like Features Improve Pedestrian Detection,” *Proc. Ieee Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Hal. 947–954, 2014, Doi: 10.1109/Cvpr.2014.126.
- [14] A. Pradana, E. Paulus, Dan D. Setiana, “Deteksi Wajah Dengan Berbagai Posisi Sudut Pada Sekumpulan Orang Dengan Membandingkan Metode Viola-Jones Dan Kanade-Lucas-Tomasi,” *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, Vol. 5, No. 3, Hal. 136, 2016, Doi: 10.23887/Janapati.V5i3.9920.
- [15] C. Rahmad, R. A. Asmara, D. R. H. Putra, I. Dharma, H. Darmono, Dan I. Muhiqqin, “Comparison Of Viola-Jones Haar Cascade Classifier And Histogram

- Of Oriented Gradients (Hog) For Face Detection,” *Iop Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, Vol. 732, No. 1, 2020, Doi: 10.1088/1757-899x/732/1/012038.
- [16] C. Lesmana, R. Lim, Dan L. W. Santoso, “Implementasi Face Recognition Menggunakan Raspberry Pi Untuk Akses Ruang Pribadi,” *J. Infra Petra*, Vol. 7, No. 1, Hal. 2–5, 2019.
- [17] D. I. Mulyana, Y. Yanti, A. Saputry, A. Ramadan, Dan S. Saragih, “Penerapan Face Recognition Dengan Algoritma Haar Cascade Untuk Sistem Absensi Pada Yayasan Pusat,” *J. Cahaya Mandalika*, Hal. 215–226, 2022.
- [18] J. M. C Salla Ruuska A 1, Wilhelmiina Hämäläinen B, Sari Kajava C, Mikaela Mughal D, Pekka Matilainen A, “Evaluation Of The Confusion Matrix Method In The Validation Of An Automated System For Measuring Feeding Behaviour Of Cattle,” *Behav. Processes*, Vol. 148, 2018.
- [19] A. F. Saputra1 Dan Cahyo Darujati, “Sistem Presensi Mahasiswa Berbasis Realtime Kamera Metode Klasifikasi Haar,” *J. Tek. Elektro Dan Komput. Vol. 9*, Vol. 9, 2020.
- [20] N. Singh, R. Singh, R. Kumar, S. Paliwal, Dan S. Srivastava, “Esp32 Cam Face Detection Door Lock,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, Vol. 9, No. 2, Hal. 1392–1394, 2022.
- [21] P. W. Rusimamto, Endryansyah, L. Anifah, R. Harimurti, Dan Y. Anistiyasari, “Implementation Of Arduino Pro Mini And Esp32 Cam For Temperature Monitoring On Automatic Thermogun Iot-Based,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, Vol. 23, No. 3, Hal. 1366–1375, 2021, Doi: 10.11591/Ijeecs.V23.I3.Pp1366-1375.
- [22] A. I. P. Andi Setiawan1, “Pengembangan Passive Infrared Sensor (Pir) Hc-Sr501 Dengan Microcontrollers Esp32-Cam Berbasiskan Internet Of Things (Iot) Dan Smart Home Sebagai Deteksi Gerak Untuk Keamanan Perumahan,” *Pros. Semin. Nas. Sisfotek Issn 2597-3584*, Vol. Vol3, No1, Hal. 7, 2019.
- [23] P. Foltýnek, M. Babiuch, Dan P. Šuránek, “Measurement And Data Processing From Internet Of Things Modules By Dual-Core Application Using Esp32 Board,” *Meas. Control (United Kingdom)*, Vol. 52, No. 7–8, Hal. 970–984, 2019, Doi: 10.1177/0020294019857748.
- [24] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, Dan O. Težak, “Design And Implementation Of Esp32-Based Iot Devices,” *Sensors*, Vol. 23, No. 15, 2023, Doi: 10.3390/S23156739.
- [25] M. A. Adrian, M. R. Widiarto, Dan R. S. Kusumadiarti, “Health Monitoring System Dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet Of Things (Iot),” *J. Petik*, Vol. 7, No. 2, Hal. 108–118, 2021, Doi: 10.31980/Jpetik.V7i2.1230.
- [26] Iis Fadilah, “Modul Electromyograph (Emg) Berbasis Arduino Uno,” *Eprints Uwhs Semarang*, Vol. 1, Hal. 94, 2022.
- [27] Daniel Alexander Octavianus Turang, “Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile,” *Semin. Nas. Inform. 2015 (Semnasif 2015) Upn "Veteran" Yogyakarta, 14 Novemb. 2015*, No. November, Hal. 9, 2015, Doi: 10.1007/978-3-540-24653-4_8.
- [28] P. Julianthi, A. Husen, G. Tjahjono, Dan C. P. Tamal, “Rancang Bangun Sistem

- Pengaman Sepeda Motor Dengan Menggunakan Sensor Sentuh Ttp223,” *J. Spektro / Vol. 6 /No. 2 P-Issn 2655-577*, Vol. 6, No. 2, Hal. 56–63, 2023.
- [29] U. G. Mada, “Pembuatan Training Kit Central Lock Dan Alarm Bondan Adi Pramudita, Harjono, S.T., M.T.,” *Perpust. Univ. Gadjah Mada Bulaksumur, Kotak Pos 16, Yogyakarta, 55281*, 2016.
- [30] R. Mubarak, “Pembuatan Training Object Kelistrikan Power Window Dan Central Lock Sebagai Media Pembelajaran Praktik Kelistrikan Di Smk Muhammadiyah 4 Klaten Tengah,” *Progr. Stud. Tek. Otomotif Fak. Tek. Univ. Negeri Yogyakarta 2016*, 2016.
- [31] V. R. Abdul Aziz Prianbogo¹, “Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Android Dengan Aplikasi Kodular Pada Mobile Learning Mata Pelajaran,” *J. Pendidik. Tata Niaga (Jptn) Volume 10 No 1 Tahun 2022p-Issn 2337-6078*, Vol. 10, No. 1, 2022.
- [32] G. R. Payara Dan R. Tanone, “Penerapanfirebase Realtime Database Padaprototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasisandroid,” *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, Vol. 4, No. 4, Hal. 397–406, 2018.
- [33] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Afandi, Dan M. B. Syahputra, “Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya,” *Explor. J. Sist. Inf. Dan Telemat.*, Vol. 10, No. 1, 2019, Doi: 10.36448/Jsit.V10i1.1212.
- [34] T. Iot, I. Salamah, Dan R. Anggielita, “Implementasi Sistem Keamanan Dan Monitoring Pada Prototype Mobil Berbasis Internet Of Things (Iot) Implementation Of Security And Monitoring System On Prototype Car Based On,” Vol. 12, No. September, Hal. 962–972, 2023.
- [35] A. R. Patta Dan K. Al Muzammil, “Network Monitoring Using Telegram Notifications Faculty Of Engineering - Makassar State University,” *Pros. Semin. Nas. Lp2m Unm*, Vol. 4, No. 14, Hal. 948–954, 2019.