



**OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI
PADA *OPTICAL FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN
*SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)***

SKRIPSI

ANDIKA FEBRIYANSYAH

2210314042

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**



**OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI
PADA *OPTICAL FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN
*SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

ANDIKA FEBRIYANSYAH

2210314042

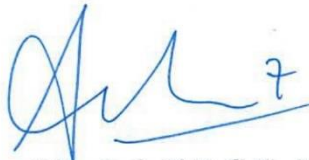
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Andika Febriyansyah
NIM : 2210314042
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : OPTIMALISASI KINERJA SISTEM
PENGENALAN SIDIK JARI PADA *OPTICAL
FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN
SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Achmad Zuchriadi P, S.T., M.T.

Penguji Utama



Ayu Mika Sherila S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Andre Suwardana Adiwidya,
S.T., M.T.

Penguji I (Pembimbing)



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

Koordinator Program Studi
Teknik Elektro

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 16 Juli 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI
PADA *OPTICAL FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN
*SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)***

Andika Febriyansyah

NIM. 2210314042

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Andre Suwardana Adiwidya, S.T., M.T.

Pembimbing II



Ni Putu Devira Ayu Martini S.Tr.T., M.Tr.T.

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Andika Febriyansyah

NIM : 2210314042

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink is placed over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text '1000', 'Rp. 1000', and 'METERAI TEMPEL'. Below the stamp, the alphanumeric code '6B890AOX095723153' is printed.

Andika Febriyansyah

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Febriyansyah

NIM : 2210314042

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI PADA OPTICAL FINGERPRINT SENSOR MENGGUNAKAN SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,



Andika Febriyansyah

OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI PADA *OPTICAL FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN *SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)*

Andika Febriyansyah

ABSTRAK

Optical fingerprint sensor AS608 memiliki keterbatasan kinerja pada kondisi permukaan sidik jari yang tidak ideal, seperti kering, basah, dan berminyak, karena algoritma pencocokan internalnya sangat bergantung pada kejelasan pola *ridges*. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan kinerja sistem pengenalan sidik jari pada sensor AS608 menggunakan metode *Siamese Neural Network (SNN)* dengan arsitektur EfficientNet-B0 dan *BatchHard Triplet Loss*, yang diimplementasikan pada *website* terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32-WROOM-32U. Sistem diuji menggunakan skema *open-set identification*, di mana sampel dibandingkan terhadap seluruh templat dalam *database* untuk menentukan kandidat identitas dengan skor kecocokan tertinggi, pada 10 responden dalam empat kondisi permukaan sidik jari: normal, kering, basah, dan berminyak. Pada tahap validasi, model SNN mencapai *Equal Error Rate (EER)* sebesar 5,2%, dengan Akurasi, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* masing-masing 94,8%, serta AUC 98,76%. Pada tahap pengujian sistem, metode SNN menghasilkan akurasi rata-rata 87,5%, meningkat 32,1% dibandingkan metode Internal Sensor AS608 yang hanya mencapai 66,25%, dengan *False Rejection Rate (FRR)* rata-rata menurun dari 67,5% menjadi 25%, atau turun sebesar 62,9%. Sementara *False Acceptance Rate (FAR)* rata-rata tetap terjaga pada 0% untuk kedua metode. Hasil ini membuktikan bahwa metode SNN mampu meningkatkan kinerja sistem pengenalan sidik jari, khususnya pada kondisi permukaan sidik jari yang tidak ideal.

Kata kunci: EfficientNet-B0, Identifikasi, *Optical Fingerprint Sensor*, *Siamese Neural Network*, Sidik Jari

OPTIMIZATION OF FINGERPRINT RECOGNITION SYSTEM PERFORMANCE ON OPTICAL FINGERPRINT SENSOR USING SIAMESE NEURAL NETWORK (SNN)

Andika Febriyansyah

ABSTRACT

The AS608 optical fingerprint sensor exhibits limited performance under non-ideal finger surface conditions, such as dry, wet, and oily, because its internal matching algorithm relies heavily on the clarity of ridge patterns. This study optimizes the fingerprint recognition performance of the AS608 sensor using a Siamese Neural Network (SNN) with an EfficientNet-B0 architecture and BatchHard Triplet Loss, implemented on a website integrated with an ESP32-WROOM-32U microcontroller. The system was evaluated using an open-set identification scheme, comparing each sample against all database templates to find the candidate with the highest matching score, tested on 10 respondents under four finger surface conditions: normal, dry, wet, and oily. During validation, the SNN model achieved an Equal Error Rate (EER) of 5.2%, with Accuracy, Precision, Recall, and F1-Score each reaching 94.8%, and an AUC of 98.76%. During system testing, the SNN method achieved an average accuracy of 87.5%, a 32.1% improvement over the Internal Sensor method, reaching only 66.25%, with the average False Rejection Rate (FRR) decreasing from 67.5% to 25%, a 62.9% reduction, while False Acceptance Rate (FAR) remained stable at 0% for both methods. These results demonstrate that the SNN method improves fingerprint recognition performance, particularly under non-ideal finger surface conditions.

Keywords: *EfficientNet-B0, Fingerprint, Identification, Optical Fingerprint Sensor, Siamese Neural Network*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “OPTIMALISASI KINERJA SISTEM PENGENALAN SIDIK JARI PADA *OPTICAL FINGERPRINT SENSOR* MENGGUNAKAN *SIAMESE NEURAL NETWORK* (SNN)”, sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana (S1) Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala nikmat, rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Keluarga penulis, yang telah membantu penulis dengan memberikan dukungan moral dan selalu memberikan doa restu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah memberikan dukungan, arahan, serta fasilitas akademis kepada penulis selama menempuh masa perkuliahan.
4. Bapak Andre Suwardana Adiwidya, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran dengan penuh dedikasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini S.Tr.T., M.Tr.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran serta masukkan yang sangat bermanfaat.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa studi.
7. Teman-teman “Blok Kiri” yang selalu mendukung, membantu, dan memberikan semangat selama proses perkuliahan.

8. Seluruh teman perkuliahan terutama Fadlan, Nasywa, Zahid, Musfa, Muhfaiq, Ramadhoni, Indro, Oktogius, Rifqi, dan Kumara yang selalu membantu dan memotivasi penulis dalam menyusun Tugas Akhir.
9. Serta seluruh pihak terutama Zadi, Burhanuddin, dan Fahri yang telah membantu penulis dan memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Andika Febriyansyah, terima kasih atas kerja keras, keberanian, dan kesabaran, serta menjadi rekan terbaik bagi pikiran dan tubuh sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Arsitektur Sidik Jari.....	13
2.3 Kondisi Sidik Jari	14
2.3.1 Kondisi Normal.....	15
2.3.2 Kondisi Kering.....	16
2.3.3 Kondisi Basah.....	16
2.3.4 Kondisi Berminyak	17
2.4 Sistem Pengenalan Sidik Jari	18
2.5 Metode Pengolahan Citra (<i>Preprocessing</i>)	19
2.5.1 Konversi <i>Grayscale</i> dan Standardisasi Citra	19
2.5.2 <i>Auto Inversion</i>	20
2.5.3 <i>Denoising</i> Menggunakan <i>Fast Non-Local Means</i>	20

2.5.4 Peningkatan Kontras Menggunakan CLAHE	21
2.5.5 Konversi Kembali ke Format RGB	22
2.6 Siamese Neural Network (SNN).....	22
2.6.1 EfficientNet-B0.....	23
2.6.2 Jarak Euclidean.....	24
2.6.3 Batch Hard Triplet Loss	25
2.7 Optical Fingerprint Sensor AS608	27
2.8 ESP32	28
2.9 Pytorch.....	29
2.10 Metrik Evaluasi Model SNN	29
BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1 Tahapan Penelitian	33
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	34
3.1.2 Studi Literatur	34
3.1.3 Perancangan Sistem	35
3.1.3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	35
3.1.3.2 Perancangan <i>Software</i>	37
3.1.4 Pengujian Transmisi Data.....	39
3.1.5 Prosedur Akuisisi Kondisi Sidik Jari	41
3.1.6 Pembuatan Model SNN	44
3.1.7 Inferensi dan Pengujian Sistem.....	46
3.1.8 Pengambilan Data Kinerja Sistem	46
3.1.9 Pengolahan dan Analisis Data	47
3.1.10 Kesimpulan dan Saran	50
3.2 Alur Kerja Sistem.....	50
3.2.1 Alur Tahap Registrasi	51
3.2.2 Alur Tahap Identifikasi.....	52
3.3 Variabel Penelitian	53
3.3.1 Variabel Bebas	53
3.3.2 Variabel Terikat	53
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	54
3.4 Jadwal Penelitian	55
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Implementasi Perancangan Sistem	56
4.1.1 Implementasi Perancangan <i>Hardware</i>	56
4.1.2 Implementasi Perancangan <i>Software</i>	57

4.1.2.1 Implementasi Perancangan <i>Firmware</i> pada Arduino IDE	57
4.1.2.2 Implementasi <i>Website</i>	57
4.2 Hasil Pengujian Transmisi Data	58
4.2.1 Pengujian Transmisi Data pada Sensor AS608	58
4.2.2 Pengujian Transmisi Data pada Kabel Serial	60
4.3 Pengumpulan dan Pengolahan <i>Dataset</i>	61
4.3.1 Pengumpulan <i>Dataset</i>	61
4.3.2 Pengolahan Citra (<i>Preprocessing</i>)	62
4.3.3 Pembagian <i>Dataset</i>	63
4.3.4 Augmentasi <i>Dataset</i>	63
4.4 Hasil Pembuatan Model SNN	64
4.4.1 Konfigurasi <i>Hyperparameter</i>	64
4.4.2 Hasil Pelatihan Model SNN	65
4.4.3 Hasil Validasi dan Evaluasi Model SNN	66
4.4.4 Hasil Pengujian Model SNN	70
4.5 Inferensi dan Pengujian Sistem	72
4.6 Hasil Pengambilan Data Kinerja Sistem	73
4.6.1 Pengambilan Data Kinerja Metode Internal Sensor	73
4.6.2 Pengambilan Data Kinerja Metode SNN	75
4.7 Analisis dan Perbandingan Kinerja Sistem	76
4.7.1 Analisis dan Perbandingan Kinerja pada Kondisi Normal	76
4.7.2 Analisis dan Perbandingan Kinerja pada Kondisi Kering	78
4.7.3 Analisis dan Perbandingan Kinerja pada Kondisi Basah	80
4.7.4 Analisis dan Perbandingan Kinerja pada Kondisi Berminyak	82
4.8 Analisis Tingkat Skor kecocokan	83
4.9 Analisis Waktu Pemrosesan Sistem	87
4.10 Hasil Optimalisasi Kinerja dengan Metode SNN	89
BAB 5 KESIMPULAN	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jalur <i>Arch</i> , <i>Loop</i> , dan <i>Whorl</i> , <i>Tr.</i> , <i>Triradius</i> ; <i>Cr.</i> , <i>Crease</i>	14
Gambar 2.2 <i>Edges Ending</i> dan <i>Bifurcation</i>	14
Gambar 2.3 Sidik Jari pada Kondisi Normal	15
Gambar 2.4 Sidik Jari pada Kondisi Kering	16
Gambar 2.5 Sidik Jari pada Kondisi Basah	17
Gambar 2.6 Sidik Jari pada Kondisi Berminyak	18
Gambar 2.7 Standardisasi Citra (a) Sebelumnya dengan Bingkai Hitam (b) Sesudah	20
Gambar 2.8 Kiri: Sebelum Menggunakan <i>Denoising</i> , Kanan: Sesudah Menggunakan <i>Denoising</i>	21
Gambar 2.9 Kiri: Hanya Menggunakan <i>Denoising</i> , Kanan: Ditambahkan CLAHE	21
Gambar 2.10 RGB Tiga Kanal, (a) Kanal R, (b) Kanal G, dan (c) Kanal B	22
Gambar 2.11 Arsitektur SNN Berbasis EfficientNet-B0	23
Gambar 2.12 Detail Modifikasi Arsitektur Efficient-B0 sebagai Ekstraktor Fitur	24
Gambar 2.13 Prinsip <i>Optical Fingerprint Sensor</i>	27
Gambar 2.14 Ekstraksi Fitur <i>Minutiae</i>	28
Gambar 2.15 ESP32-WROOM-32U	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	33
Gambar 3.2 Skema Perancangan <i>Hardware</i>	36
Gambar 3.3 Tampilan Atas Casing	36
Gambar 3.4 Tampilan Keseluruhan Casing	37
Gambar 3.5 Cawan Petri dengan diberi (a) Minyak Jojoba dan (b) Air Akuades	43
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Pembuatan Model SNN	44
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Tahap Registrasi	51
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Tahap Identifikasi	52
Gambar 4.1 Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	56
Gambar 4.2 Pemrograman Pengiriman Citra Mentah dari ESP32 ke <i>Backend Website</i> ..	57
Gambar 4.3 Panel Identifikasi <i>Real-Time</i>	58
Gambar 4.4 Dari Kiri ke Kanan: Kondisi Normal, Kering, Basah, dan Berminyak	62
Gambar 4.5 (a) Sebelum <i>Preprocessing</i> , (b) Sesudah <i>Preprocessing</i>	63
Gambar 4.6 Hasil Augmentasi (a) Rotasi dan (b) Pergeseran	64
Gambar 4.7 <i>Training</i> (a) <i>Accuracy</i> dan (b) <i>Loss</i>	66
Gambar 4.8 Kurva ROC	67
Gambar 4.9 Kurva <i>Precision-Recall</i>	67
Gambar 4.10 Kurva <i>F1-Score</i>	68
Gambar 4.11 Penentuan Nilai <i>Threshold</i> FAR dan FRR	68
Gambar 4.12 <i>Validation</i> (a) <i>Accuracy</i> dan (b) <i>Loss</i>	69
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> (a) Metode Internal Sensor, (b) Metode SNN pada Kondisi Normal	77
Gambar 4.14 <i>Confusion Matrix</i> (a) Metode Internal Sensor, (b) Metode SNN pada Kondisi Kering	79
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> (a) Metode Internal Sensor, (b) Metode SNN pada Kondisi Basah	80
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix</i> (a) Metode Internal Sensor, (b) Metode SNN pada Kondisi Berminyak	82
Gambar 4.17 Distribusi Skor Kecocokan tiap Kondisi Sidik Jari Pengguna Terdaftar ..	84
Gambar 4.18 Distribusi Skor kecocokan tiap Kondisi Sidik Jari Pengguna Tidak Terdaftar	86
Gambar 4.19 Grafik Latensi terhadap Jumlah Pengguna Terdaftar (N)	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Software</i>	38
Tabel 3.2 <i>Confusion Matrix</i>	47
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian.....	55
Tabel 4.1 Waktu Transmisi dan Jumlah Data dari Sensor AS608 ke ESP32.....	59
Tabel 4.2 Waktu Transmisi dan Jumlah Data dari ESP32 ke laptop.....	60
Tabel 4.3 Pembagian Data	63
Tabel 4.4 <i>Hyperparameter</i>	65
Tabel 4.5 Hasil Metrik Evaluasi Model Terbaik.....	69
Tabel 4.6 Hasil Pengujian dengan <i>Threshold</i> Terbaik Saat Validasi	70
Tabel 4.7 Hasil Pengujian dengan <i>Threshold</i> Terbaik Saat Testing	71
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	72
Tabel 4.9 Pengumpulan Data Pengguna Terdaftar dengan Metode Internal Sensor.....	74
Tabel 4.10 Pengumpulan Data Pengguna Tidak Terdaftar dengan Metode Internal Sensor	74
Tabel 4.11 Pengumpulan Data Pengguna Terdaftar dengan Metode SNN	75
Tabel 4.12 Pengumpulan Data Pengguna Tidak Terdaftar dengan Metode SNN	76
Tabel 4.13 Data Latensi Pada Keempat Kondisi Sidik Jari.....	88
Tabel 4.14 Hasil Optimalisasi Kinerja Metode SNN	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Dataset*

Lampiran 2 *Dashboard Website*

Lampiran 3 Hasil Pengambilan Data Pengguna Terdaftar dengan Metode SNN

Lampiran 4 Hasil Pengambilan Data Pengguna Tidak Terdaftar dengan Metode SNN

Lampiran 5 Hasil Pengambilan Data Pengguna Terdaftar dengan Metode Internal AS608

Lampiran 6 Hasil Pengambilan Data Pengguna Tidak Terdaftar dengan Metode Internal AS608

Lampiran 7 Kode ESP32 untuk Mengirim Citra dari Sensor AS608110

Lampiran 8 Kode ESP32 untuk Proses Pengumpulan *Dataset*

Lampiran 9 Kode ESP32 untuk Registrasi Pengguna

Lampiran 10 Kode ESP32 untuk Identifikasi *Real Time*

Lampiran 11 Kode *Website* untuk Menerima Citra dari Sensor AS608

Lampiran 12 Kode *Website* untuk Pengumpulan *Dataset*

Lampiran 13 Kode *Website* untuk Registrasi Pengguna

Lampiran 14 Kode *Website* untuk Identifikasi *Real Time*

Lampiran 15 Kode *Website* untuk Model SNN