



**SISTEM VERIFIKASI GANDA AKSES PARKIR BERBASIS
DETEKSI PLAT NOMOR DAN PENGENALAN PENGEMUDI
MENGUNAKAN YOLO DAN OCR PADA RASPBERRY PI 4**

SKRIPSI

AMILZAN FADLAN RADIANSYAH

2210314006

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

2026



**SISTEM VERIFIKASI GANDA AKSES PARKIR BERBASIS
DETEKSI PLAT NOMOR DAN PENGENALAN PENGEMUDI
MENGUNAKAN YOLO DAN OCR PADA RASPBERRY PI 4**

SKRIPSI

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

AMILZAN FADLAN RADIANSYAH

2210314006

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

2026

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

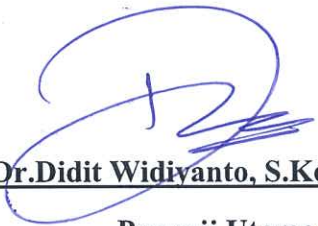
Nama : Amilzan Fadlan Radiansyah

NIM : 2210314006

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Sistem Verifikasi Ganda Akses Parkir Berbasis Deteksi Plat Nomor Dan Pengenalan Pengemudi Menggunakan YOLO Dan OCR pada Raspberry Pi 4

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.


Dr. Didit Widiyanto, S.Kom, M.Si.

Penguji Utama



Penguji Lembaga

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

Dekan Fakultas Teknik


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

Penguji I (Pembimbing)


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

Koordinator Program Studi

Teknik Elektro

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 27 Juli 2026

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**Sistem Verifikasi Ganda Akses Parkir Berbasis Deteksi Plat Nomor
dan Pengenalan Pengemudi Menggunakan YOLO dan OCR pada
Raspberry Pi 4**

AMILZAN FADLAN RADIANSYAH

2210314006

Disetujui Oleh

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Amilzan Fadlan Radiansyah

NIM : 2210314006

Program Studi : Teknik Elektro

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Depok, 27 Juli 2026



Amilzan Fadlan Radiansyah

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amilzan Fadlan Radiasyah

NIM : 2210314006

Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Sistem Verifikasi Ganda Akses Parkir Berbasis Deteksi Plat Nomor dan Pengenalan Pengemudi Menggunakan YOLO dan OCR pada Raspberry Pi 4

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 27 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Amilzan Fadlan Radiasyah

SISTEM VERIFIKASI GANDA AKSES PARKIR BERBASIS DETEKSI PLAT NOMOR DAN PENGENALAN PENGEMUDI MENGUNAKAN YOLO DAN OCR PADA RASPBERRY PI 4

Amilzan Fadlan Radiansyah

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem verifikasi ganda akses parkir berbasis teknologi computer vision untuk mengatasi celah keamanan tiket fisik konvensional. Sistem yang diusulkan mengintegrasikan pendeteksian plat nomor kendaraan dan pengenalan wajah pengemudi secara real-time dengan mengadopsi arsitektur terdistribusi Edge-to-Server. Raspberry Pi 4 Model B dikonfigurasi sebagai terminal edge lapangan untuk akuisisi citra digital dan pengendalian mekanis, sedangkan laptop berperan sebagai server pusat untuk memproses komputasi berat model deep learning. Pelokalan plat nomor kendaraan memanfaatkan model YOLOv8s yang dilatih dengan 1143 citra, menghasilkan nilai Precision 98,80%, Recall 95,38%, dan mean Average Precision ($mAP@0.5$) 97,20%. Karakter alfanumerik diekstraksi menggunakan Optical Character Recognition (OCR), sedangkan verifikasi wajah pengemudi dilakukan dengan arsitektur FaceNet CNN melalui perhitungan jarak Euclidean ($d \leq 1,0$) terhadap database terserialisasi (.pkl). Hasil pengujian integrasi penuh dengan 80 sampel transaksi menghasilkan Accuracy sebesar 91,25%, Recall 91,25%, F1-Score 95,42% . dan tingkat keamanan mutlak dengan Precision 100,00% (False Acceptance Rate = 0%). Sistem mencatat latensi akhir-ke-akhir (end-to-end latency) rata-rata di bawah 2,35 detik dengan kestabilan suhu CPU Raspberry Pi 4 terjaga pada rentang 47,35°C hingga 53,79°C. Implementasi profil akselerasi trapezoidal pada firmware Arduino Nano sukses mengendalikan motor stepper NEMA 17 untuk memutar palang parkir 90° secara halus dalam waktu 1,152 detik tanpa kehilangan langkah mekanis (skip-step). Sistem terdistribusi ini terbukti aman, responsif, dan layak diimplementasikan pada infrastruktur parkir pintar komersial.

Kata Kunci : Raspberry Pi 4, YOLOv8s, OCR, FaceNet, Edge-to-Server, Verifikasi Ganda.

DUAL VERIFICATION PARKING ACCESS SYSTEM BASED ON LICENSE PLATE DETECTION AND DRIVER RECOGNITION USING YOLO AND OCR ON RASPBERRY PI 4

Amilzan Fadlan Radiansyah

ABSTRACT

This study designs and implements a dual-verification parking access system based on computer vision technology to address the security vulnerabilities of conventional physical tickets. The proposed system integrates real-time license plate detection and driver face recognition by adopting a distributed Edge-to-Server architecture. A Raspberry Pi 4 Model B is configured as an on-site edge terminal for digital image acquisition and physical actuator control, while a laptop serves as the central server to handle the heavy computational load of deep learning models. License plate localization utilizes the YOLOv8s model trained on 1143 images, achieving a Precision of 98.80%, Recall of 95.38%, and mean Average Precision (mAP@0.5) of 97.20%. Alphanumeric characters are extracted using Optical Character Recognition (OCR), while driver face verification is performed via the FaceNet CNN architecture by calculating Euclidean distance ($d \leq 1.0$) against a serialized database (.pkl). Full integration testing with 80 transaction samples demonstrates an Accuracy of 91.25%, Recall of 91.25%, F1-Score of 95.42%, and absolute security with a Precision of 100.00% (False Acceptance Rate = 0%). The system records an average end-to-end latency of under 2.35 seconds while maintaining the Raspberry Pi 4 CPU temperature within a stable range of 47.35°C to 53.79°C. The implementation of a trapezoidal acceleration profile on the Arduino Nano firmware successfully controls the NEMA 17 stepper motor to rotate the parking gate by 90° smoothly in 1.152 seconds without mechanical skip-steps. This distributed system is proven to be secure, responsive, and feasible for deployment in commercial smart parking infrastructures.

Keywords: Raspberry Pi 4, YOLOv8s, OCR, FaceNet, Edge-to-Server, Dual Verification.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Sistem Verifikasi Ganda Akses Parkir Berbasis Deteksi Plat Nomor dan Pengenalan Pengemudi Menggunakan YOLO dan OCR pada Raspberry Pi 4”** ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian Skripsi ini berjalan dengan baik berkat bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Keluarga penulis, khususnya kedua orang tua penulis tersayang, yang senantiasa memberikan dukungan moral, materi, serta doa restu yang tiada henti kepada penulis dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikan Skripsi ini.
3. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T., selaku Ketua 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. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini, S.Tr.T., M.Tr.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, serta masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan skripsi ini.

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. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis memberikan semangat dan bantuan teknis sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna serta masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi atau penelitian ini di masa mendatang.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di lingkungan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Sistem Keamanan dan Akses Parkir	12
2.3 Pengolahan Citra Digital	12
2.4 Objek Deteksi	15
2.5 Algoritma YOLO (You Look Only Once)	16
2.6 Automatic Number Plate Recognition (ANPR)	17
2.7 Optical Character Recognition (OCR)	19
2.8 Pengenalan Wajah (Face Recognition)	20

2.8.1 Arsitektur FaceNet.....	21
2.9 Sistem Tertanam (Embedded System) dan Raspberry Pi.....	22
2.10 Matriks Evaluasi.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Tahapan Penelitian	25
3.1.1 Identifikasi Masalah.....	25
3.1.2 Studi Literatur	26
3.1.3 Perancangan Hardware Dan Software	27
3.1.3.2 Perancangan Software.....	29
3.1.3.2.1 Platform Dan Bahasa Pemrogram	29
3.1.3.2.2 Pustaka Library	29
3.1.4 Design System	36
3.1.5 Pengujian Alat.....	38
3.1.6 Pengumpulan Data.....	41
3.1.7 Pengolahan Dan Analisis Data	45
3.1.8 Kesimpulan Dan Saran	46
3.2 Jenis Penelitian	46
3.3 Variabel Penelitian	47
3.3.1 Variabel Indepen.....	47
3.3.2 Variabel Dependen	48
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	48
3.4 Jadwal Penelitian.....	49
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Perancangan Sistem	50
4.1.1 Hasil Perancangan Hardware.....	50
4.1.2 Hasil Perancangan Software	51
4.2 Persiapan Dataset Dan Model	53
4.2.1 Dataset Plat Nomor.....	53
4.2.2 Model FaceNet.....	55
4.2.3 Manajemen Data Identitas	55
4.3 Hasil Pelatihan dan Evaluasi Model YOLOv8.....	56

4.3.1 Pembahasan Hyperparameter	56
4.3.2 Pembahasan Hasil Pelatihan	63
4.3.3 Matriks Hasil Performa.....	72
4.4 Analisis Performa & Pengujian Sistem Verifikasi Ganda	81
4.4.1 Analisis Deteksi Visual Real-Time (On-Site)	92
4.4.2 Perhitungan Matriks Evaluasi Sistem Terintegrasi.....	95
4.4.3 Analisis Dampak Lingkungan dan Termal Hardware	97
4.4.4 Analisis Fungsionalitas, Integrasi Mekanis, dan Firmware Arduino.....	98
4.4.5 Analisis Kinetik Gerak Palang Berbasis Akselerasi Trapezoidal.....	101
4.4.5.1 Kalkulasi Waktu Gerak Pembukaan Palang	102
4.4.5.2 Kalkulasi Waktu Gerak Penutupan Palang	103
4.4.6 Analisis Latensi End-to-End	104
BAB 5 PENUTUP.....	111
5.1 Kesimpulan.....	111
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Proses Grayscale.....	13
Gambar 2.2 Hasil Deteksi Tepi dengan Metode Otsu	13
Gambar 2.3 Hasil Filter Bilateral.....	14
Gambar 2.4 Hasil Deteksi Tepi dengan Metode Canny	14
Gambar 2.5 Diagram Flowchart Model YOLO	16
Gambar 2.6 Model Regresi YOLO	17
Gambar 2.7 Hasil Pembacaan Sistem ANPR	19
Gambar 2.8 Diagram Flowchart System OCR	19
Gambar 2.9 Pengambilan Gambar Plat dan Penerapan OCR.....	20
Gambar 2.10 Hasil Pembacaan Face Detection.....	21
Gambar 2.11 Rancangan Sistem Identifikasi Plat Nomor dan Wajah Pada Raspberry Pi	23
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Skema Perancangan Hardware.....	28
Gambar 3.3 Flowchart Keseluruhan Alur Kerja Perangkat Lunak Sistem Terintegrasi.....	31
Gambar 3.4 Flowchart Arsitektur Alur Kerja FaceNet.....	32
Gambar 3.5 Region Of Interest terhadap model FaceNet.....	33
Gambar 3.6 Flowchart Arsitektur Alur Kerja YOLO dan OCR.....	34
Gambar 3.7 Region Of Interest terhadap model YOLO	35
Gambar 3.8 Diagram Flowchart Design System	36
Gambar 3.9 Diagram 2D Design System.....	37
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Hardware	51
Gambar 4.2 Pemrograman Konfigurasi Software.....	52
Gambar 4.3 Visualisasi Interface Website.....	52
Gambar 4.4 Pelabelan Dataset Plat Nomor Dan Train Model.....	54
Gambar 4.5 Perbandingan validation box loss pada 10 trial hyperparameter.	61
Gambar 4.6 Perbandingan precision pada 10 trial hyperparameter.....	62
Gambar 4.7 Perbandingan recall pada 10 trial hyperparameter.....	62

Gambar 4.8 Perbandingan mAP50 pada 10 trial hyperparameter.	62
Gambar 4.9 Train Box Loss Over Epochs	67
Gambar 4.10 Train Class Loss Over Epochs	68
Gambar 4.11 Train DFL Loss Over Epochs	68
Gambar 4.12 Validation Box Loss Over Epochs.....	69
Gambar 4.13 Validation Class Loss Over Epochs.....	69
Gambar 4.14 Validation DFL Loss Over Epochs	69
Gambar 4.15 Precision over Epochs	70
Gambar 4.16 Recall over Epochs	70
Gambar 4.17 mAP50(B) over Epochs	71
Gambar 4.18 mAP50-95(B) over Epochs	71
Gambar 4.19 F1-score over Epochs.....	71
Gambar 4.20 Confusion Matrix Hasil Deteksi Model.....	78
Gambar 4.21 Confusion Matrix Ternormalisasi	78
Gambar 4.22 Precision-Confidence Curve	79
Gambar 4.23 Recall-Confidence Curve.....	79
Gambar 4.24 F1-Confidence Curve.....	80
Gambar 4.25 Precision-Recall Curve	80
Gambar 4.26 Visualisasi Hasil Deteksi Wajah dan Plat Nomor Real-Time On-Site menggunakan Raspberry Pi 4.	93
Gambar 4.27 Perbandingan Hasil Pengujian Modul OCR: (a) Pembacaan Sukses dan (b) Pembacaan Gagal akibat Gangguan Lapangan.....	94
Gambar 4.28 Visualisasi Hasil Pengujian Integrasi Fisik Aktuator Palang Parkir Berbasis Raspberry Pi 4.....	98
Gambar 4.29. Visualisasi Antarmuka Pemrograman Firmware Aktuator TB6600 & NEMA 17 pada Arduino IDE v1.8.19.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3.1 Pengujian Fungsionalitas Perangkat Keras	39
Tabel 3.2 Konfigurasi Training	42
Tabel 3.3 Pengambilan Data Uji Deteksi	43
Tabel 3.4 Data Operasional Sistem	44
Tabel 3.5 Hasil Evaluasi Performa Model	45
Tabel 3.6 Jadwal Penelitian.....	49
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Hyperparameter Pada 10 Trial	57
Tabel 4.2 Hyperparameter Terpilih dari Hasil Trial Terbaik	58
Tabel 4.3 Konfigurasi Pelatihan Final Model YOLOv8	59
Tabel 4.4 Perkembangan Nilai Loss pada beberapa Epoch	64
Tabel 4.5 Perkembangan Metrik Evaluasi pada beberapa Epoch	64
Tabel 4.6 Hasil Akhir Pelatihan Model YOLOv8.....	66
Tabel 4.7 Confusion Matrix Hasil Deteksi Model	72
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Matrix dari Confusion Matrix	75
Tabel 4.9 Ringkasan Hasil Kurva Evaluasi Model	76
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Verifikasi dan Deteksi Sistem	82
Tabel 4.11 Data Hasil Pengukuran Parameter Hardware	90
Tabel 4.12 Parameter Profil Kecepatan Gerak Palang Parkir	104
Tabel 4.13 Data Rekapitulasi Latensi Akhir-ke-Akhir (End-to-End Latency) Sistem.....	106

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Endpoint Penerimaan Telemetry dan Status Palang Server
- Lampiran 2** Algoritma Pencocokan Toleran OCR (Fuzzy Plate Matching)
- Lampiran 3** Fungsi Klasifikasi Otomatis Evaluasi Performa Palang (Confusion Matrix)
- Lampiran 4** Sistem Parsing Perintah Komunikasi Serial pada Arduino Nano
- Lampiran 5** Algoritma Ramp Percepatan/Perlambatan Langkah Motor Stepper NEMA 17
- Lampiran 6** Fungsi Pembacaan Register Suhu CPU Internal Raspberry Pi 4
- Lampiran 7** Fungsi Pengiriman Telemetry Suhu CPU dan Status Palang ke Server
- Lampiran 8** Pengukuran/Perhitungan Euclidean pada pendeteksian wajah
- Lampiran 9** Instalasi Library Ultralytics YOLOv8 dan Verifikasi GPU Google Colab
- Lampiran 10** Instalasi Library Optuna
- Lampiran 11** Definisi Objective Function Optuna untuk Evaluasi YOLOv8s
- Lampiran 12** Eksekusi Tuning Bayesian dan Pengujian Iteratif (Study Optimization)
- Lampiran 13** Set Up 10 Kali Epoch dalam Trial untuk mencari Tuning Hyperparameter
- Lampiran 14** Konfigurasi Custom Search Space YOLOv8s
- Lampiran 15** Ekstrak Hasil Pencarian Best Hyperparameter
- Lampiran 16** Train Final 100x Epoch Best Hyperparameter
- Lampiran 17** Dashboard Website
- Lampiran 18** Dataset
- Lampiran 19** Hasil dari beberapa pengambilan gambar
- Lampiran 20** PseudoCode Algoritma Facenet
- Lampiran 21** PseudoCode Algoritma ROI Fcaenet
- Lampiran 22** PseudoCode Algoritma ROI YOLO