

**ANALISIS PERBANDINGAN *YOLOv11* DAN *PADDLE-*
OCR DALAM DETEKSI PELAT NOMOR
KENDARAAN OTOMATIS MENGGUNAKAN
RASPBERRY PI 4B**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains



**Farhan Aqil Musyafa
1306621075**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

ABSTRAK

FARHAN AQIL MUSYAF A. Analisis Perbandingan *YOLOv11* dan *Paddle-OCR* dalam Deteksi Pelat Nomor Otomatis Menggunakan Raspberry Pi 4B. Dibawah Bimbingan RISER FAHDIRAN, HARIS SUHENDAR.

Pertumbuhan populasi di DKI Jakarta mencapai 11,24 juta jiwa dengan kepadatan 18.500 orang per kilometer persegi. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang berjumlah 17,4 juta unit menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019. Tantangan utamanya adalah kerumitan dalam pengelolaan area parkir yang menggunakan pencatatan manual. Oleh karena itu, sistem deteksi pelat nomor kendaraan secara otomatis menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efisiensi manajemen parkir. Teknologi *computer vision* seperti *YOLOv11-nano* (*YOLOv11n*) dan *Paddle-OCR* dalam Raspberry Pi 4B menawarkan solusi inovatif untuk deteksi pelat nomor kendaraan *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan kinerja sistem deteksi pelat nomor kendaraan dengan *YOLOv11n* dan *Paddle-OCR* yang bekerja secara *real-time* di Raspberry Pi 4B. Sistem dilatih dengan menggunakan *dataset* 2.370 gambar untuk deteksi karakter pelat nomor. Proses meliputi instalasi perangkat, pelatihan model, integrasi, dan pengujian *real-time* dalam berbagai orientasi dan intensitas. Hasil *training* menunjukkan bahwa model deteksi pelat nomor memiliki performa yang sangat baik, dengan *precision* sebesar 0,95, mAP50 sebesar 0,951, dan *recall* sebesar 0,915. Untuk deteksi karakter, model juga menunjukkan performa tinggi dengan mAP50 sebesar 0,91, *precision* 0,821, dan *recall* 0,858. *Paddle-OCR* mencatat rata-rata CER lebih rendah di semua orientasi, terutama pada tampak depan (CER 0,2), sementara *YOLOv11n* menunjukkan CER tinggi, terutama pada orientasi tampak atas dan bawah. *Fitting* polinomial menunjukkan pola peningkatan CER ketika mendekati intensitas ekstrem untuk kedua model, namun *Paddle-OCR* lebih akurat dengan nilai CER yang lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa performa *Paddle-OCR* lebih baik jika dibandingkan *YOLOv11n*.

Kata Kunci: Deteksi Pelat Nomor, *YOLOv11n*, *Paddle-OCR*, Raspberry Pi 4B

ABSTRACT

FARHAN AQIL MUSYAF A. Comparative Analysis of YOLOv11 and Paddle-OCR in Automatic License Plate Detection Using Raspberry Pi 4B. Supervised by RISER FAHDIRAN, HARIS SUHENDAR.








Population growth in DKI Jakarta has reached 11.24 million people with a density of 18,500 people per square kilometer. This has an impact on the increase in the number of motorized vehicles which amounted to 17.4 million units according to data from the Central Statistics Agency (BPS) in 2019. The main challenge is the complexity in managing parking areas that use manual recording. Therefore, an automatic vehicle license plate detection system is an urgent need to improve the efficiency of parking management. Computer vision technologies such as YOLOv11-nano (YOLOv11n) and Paddle-OCR in Raspberry Pi 4B offer innovative solutions for real-time vehicle license plate detection. This study aims to develop and compare the performance of a vehicle license plate detection system with YOLOv11n and Paddle-OCR that work in real-time on Raspberry Pi 4B. The system is trained using a dataset of 2,370 images for license plate character detection. The process includes device installation, model training, integration, and real-time testing in various orientations and intensities. The training results show that the license plate detection model has very good performance, with a precision of 0.95, mAP50 of 0.951, and recall of 0.915. For character detection, the model also shows high performance with mAP50 of 0.91, precision of 0.821, and recall of 0.858. Paddle-OCR records a lower average CER in all orientations, especially in the front view (CER 0.2), while YOLOv11n shows a high CER, especially in the top and bottom view orientations. Polynomial fitting shows a pattern of increasing CER when approaching extreme intensities for both models, but Paddle-OCR is more accurate with lower CER values. These results indicate that Paddle-OCR performs better than YOLOv11n.

Keywords: License Plate Detection, YOLOv11n, Paddle-OCR, Raspberry Pi 4B

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN *YOLOv11* DAN *PADDLE-OCR* DALAM DETEKSI PELAT NOMOR KENDARAAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 4B

Nama : Farhan Aqil Musyafa
No. Registrasi : 1306621075

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab Dekan	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004		21 / 02 / 2025
Wakil Penanggung Jawab Wakil Dekan I	: Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc. NIP. 197905042009122002		21 / 02 / 2025
Ketua	: Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si. NIP. 198205262008121001		17 / 02 / 2025
Sekretaris	: Syafrima Wahyu, S.Si, M. Si NIP. 199402032023211015		18 / 02 / 2025
Anggota Pembimbing I	: Riser Fahdiran, M.Si. NIP. 198307172009121008		17 / 02 / 2025
Pembimbing II	: Haris Suhendar, S.Si., M.Sc. NIP. 199404282022031006		17 / 02 / 2025
Penguji	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004		18 / 02 / 2025

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 12 Februari 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Farhan Aqil Musyafa
NIM : 1306621075
Program Studi : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan *YOLOv11* dan *Paddle-OCR* dalam Deteksi Pelat Nomor Kendaraan Otomatis Menggunakan Raspberry Pi 4B” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing dan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian.
2. Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan dan disebutkan dalam skripsi ini telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan bersedia menanggung segala akibat yang timbul sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku jika pernyataan yang saya buat tidak benar.

Jakarta, 31 Desember 2024


Farhan Aqil Musyafa



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Farhan Aqil Musyafa
NIM : 1306621075
Fakultas/Prodi : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Fisika
Alamat email : farhanaqilmusyafa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Perbandingan YOLOv11 dan Paddle-OCR dalam Deteksi Pelat Nomor Kendaraan Otomatis
Menggunakan Raspberry Pi 4B

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Februari 2025

Penulis

(Farhan Aqil Musyafa)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Fisika di Universitas Negeri Jakarta. Penulis memilih jenis penelitian sains yang berjudul “Analisis Perbandingan *YOLOv11* dan *Paddle-OCR* dalam Deteksi Pelat Nomor Otomatis Menggunakan Raspberry Pi 4B.”

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, bimbingan, dan saran dari semua pihak yang berkontribusi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Riser Fahdiran, M.Si. dan Bapak Haris Suhendar, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran.
2. Bapak Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. atas dukungan, masukan, dan saran.
3. Ibu Dr. Umiatin, M.Si. sebagai Koordinator Program Studi Fisika yang telah membimbing dalam penulisan ilmiah selama perkuliahan.
4. Keluarga di rumah yang selalu menyemangati penulis dalam menyusun skripsi.
5. Teman-teman fisika angkatan 2020 dan 2021 yang telah memberikan dukungannya kepada penulis.

Penulis mengetahui bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Maka dari itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang dari pembaca agar menjadi karya yang lebih baik lagi di masa depan. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Jakarta, Desember 2024

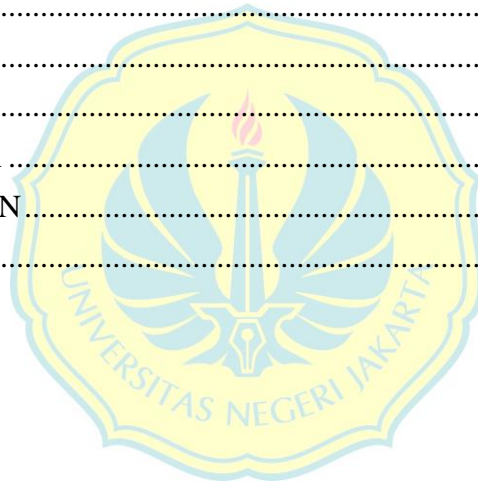


Farhan Aqil Musyafa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Sistem Manajemen Parkir	7
B. Pelat Nomor Kendaraan Bermotor	7
C. <i>License Plate Recognition</i> (LPR)	9
D. <i>Artificial Intelligence</i> (AI)	11
E. <i>Machine Learning</i> (ML)	13
F. <i>Deep Learning</i> (DL)	17
G. <i>Computer Vision</i>	20
H. <i>Image Processing</i>	21
I. <i>You Only Look Once</i> (YOLO)	25
J. <i>Raspberry Pi</i>	31
L. <i>Paddle-OCR</i>	37
M. Pencahayaan	38
N. <i>Polynomial Fitting</i>	40
O. Penelitian yang Relevan	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
A. Tempat dan Waktu Penelitian	47

B.	Metode Penelitian.....	47
C.	Teknik Pengumpulan dan Analisa Data	54
BAB IV	58
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		58
A.	Pemasangan <i>Casing</i>	58
B.	Instalasi dan <i>Setup</i> Raspberry Pi 4B.....	59
C.	<i>Setup</i> Google Colaboratory Pro.....	63
D.	<i>Training</i> dan Evaluasi Model.....	66
E.	<i>Deployment</i> (Integrasi Model).....	82
F.	<i>Field Implementation</i>	82
G.	Kelebihan dan Kekurangan Penelitian	99
BAB 5	102
PENUTUP.....		102
A.	Kesimpulan.....	102
B.	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA		105
DAFTAR LAMPIRAN.....		113
RIWAYAT HIDUP.....		125



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Pelat Nomor Kendaraan Bermotor di Indonesia (Michael dkk, 2019)	8
Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian	47
Tabel 3. 2 <i>Database</i> Pencatatan Model.....	55
Tabel 3. 3 Pencatatan Aktual dan Intensitas Cahaya	55
Tabel 3. 4 CER Karakter Pelat Nomor.....	56
Tabel 3. 5 Statistika Deskriptif Model	57
Tabel 4. 1 Spesifikasi L4 GPU.....	63
Tabel 4. 2 Hasil <i>Training</i> Model.....	70
Tabel 4. 3 Hasil <i>Training</i> Model Kedua	77
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Faktor Orientasi	83
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran CER Orientasi.....	86
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Statistik	87
Tabel 4. 7 Hasil Deteksi <i>YOLOv11n</i> dan <i>Paddle-OCR</i>	90
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran CER Intensitas	91
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran CER dan Intensitas untuk Pelat Nomor "D 1392 AAJ"	96



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Sistem LPR (Weihong & Jiaoyang, 2020)	10
Gambar 2. 2 Penerapan Prinsip AI di Komputer (Tjahyanti dkk., 2022)	12
Gambar 2. 3 Taksonomi AI (Diponegoro dkk., 2021).....	13
Gambar 2. 4 <i>General ML Process</i> (Alzubi dkk., 2018).....	14
Gambar 2. 5 Bentuk Umum <i>Confusion Matrix</i> (Luque dkk., 2019).....	15
Gambar 2. 6 AP pada Kurva <i>Precision-Recall</i> (Wang, 2022)	16
Gambar 2. 7 Kategori DL (Alom dkk, 2019).....	18
Gambar 2. 8 <i>General Process of Computer Vision</i> (Paneru & Jeelani, 2021).....	20
Gambar 2. 9 Sistem Koordinat Matriks untuk Citra (Affifah dkk., 2022).....	22
Gambar 2. 10 Kernel dan Citra dalam Matriks (Rambe, 2021).....	24
Gambar 2. 11 Perbandingan akurasi dan latensi inferensi model seri YOLO pada <i>dataset COCO</i> (He dkk., 2024).....	26
Gambar 2. 12 Arsitektur <i>YOLOv11</i> (He dkk., 2024)	27
Gambar 2. 13 Pembagian Grid dan Pembuatan Prediksi tiap Sel Grid (Diwan dkk., 2023)	29
Gambar 2. 14 Berbagai Kemungkinan Kotak Pembatas (Diwan dkk., 2023)	30
Gambar 2. 15 Dampak <i>Non-max Suppression</i> (Diwan dkk., 2023).....	31
Gambar 2. 16 Skema IoU (Diwan dkk., 2023)	31
Gambar 2. 17 Komponen RPi 4B (Papakyriakou & Barbounakis, 2023)	32
Gambar 2. 18 Indikator Positif Pusat Adaptor Daya DC (Watkiss, 2016)	33
Gambar 2. 19 Arsitektur CCD (Polatoğlu & Özkesen, 2022)	35
Gambar 2. 20 Skema Kamera Digital (Cahyadi dkk., 2020)	36
Gambar 2. 21 <i>Field of View</i> (FoV) Diagonal dari Kamera Digital (Cahyadi dkk., 2020)	36
Gambar 2. 22 Arsitektur <i>Paddle-OCR</i> (Satya dkk., 2023)	37
Gambar 2. 23 Ilustrasi Korelasi Parameter Cahaya (Setiawan dkk., 2023).....	39
Gambar 3. 1 Proses Penelitian	48
Gambar 3. 2 Desain <i>Casing</i>	49
Gambar 3. 3 Proses <i>Development</i>	50
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Implementasi Sistem.....	53
Gambar 4. 1 Hasil Pemasangan <i>Casing</i>	58
Gambar 4. 2 Tampilan Awal Instalasi Raspi OS	59
Gambar 4. 3 Identitas <i>Host</i>	60
Gambar 4. 4 Konfigurasi PuTTY.....	61
Gambar 4. 5 <i>RVNC Connect Row</i>	61
Gambar 4. 6 Verifikasi dan Tampilan VNCViewer.....	62
Gambar 4. 7 Instalasi Paket <i>Python</i> di Thonny.....	63
Gambar 4. 8 Instalasi <i>Dependencies</i>	64
Gambar 4. 9 Hasil <i>Inference YOLOV11n</i>	65
Gambar 4. 10 Tampilan Beranda Roboflow Universe.....	66
Gambar 4. 11 Hasil <i>Uploading</i>	67
Gambar 4. 12 Anotasi <i>Dataset</i>	67
Gambar 4. 13 Hasil <i>Preprocessing</i> dan Augmentasi	69

Gambar 4. 14 <i>Data Path Code</i>	70
Gambar 4. 15 <i>Precision-Recall Curve</i>	71
Gambar 4. 16 <i>Confusion Matrix</i> Ternormalisasi.....	72
Gambar 4. 17 <i>F1-Confidence Curve</i>	73
Gambar 4. 18 Hasil <i>Uploading</i> untuk <i>Dataset</i> Model Kedua.....	74
Gambar 4. 19 Pengecekan Anotasi Gambar untuk Model Kedua	74
Gambar 4. 20 Hasil <i>Preprocessing</i> dan <i>Augmentasi</i> untuk Model Kedua	76
Gambar 4. 21 <i>Data Path Code</i> untuk Model Kedua.....	76
Gambar 4. 22 <i>Precision-Recall Curve</i> untuk Model Kedua	79
Gambar 4. 23 <i>Confusion Matrix</i> Ternormalisasi untuk Model Kedua	80
Gambar 4. 24 <i>F1-Confidence</i> untuk Model Kedua	81
Gambar 4. 25 <i>Setup</i> dan Area Parkir untuk <i>Field Implementation</i>	83
Gambar 4. 26 Lima Belas Gambar Sampel Hasil Modifikasi.....	90
Gambar 4. 27 Grafik CER terhadap Intensitas.....	94
Gambar 4. 28 Grafik CER terhadap Intensitas untuk Pelat Nomor "D 1392 AAJ"	98



DAFTAR SINGKATAN

AE	: Auto-Encoder
AI	: Artificial Intelligence
ANN	: Artificial Neural Network
ANPR	: Automatic Number Plate Recognition
AP	: Average Precision
ASCII	: American Standard Code for Information Interchange
BPS	: Badan Pusat Statistik
CCD	: Charge Coupled Device
CER	: Character Error Rate
CNN	: Convolutional Neural Networks
CNN-SVM	: Convolutional Neural Network - Support Vector Machine
CRNN	: Convolutional Recurrent Neural Network
CSV	: Comma Separated Values
CVD	: Chemical Vapor Deposition
DB	: Differentiable Binarization
DNN	: Deep Neural Networks
DL	: Deep Learning
DRL	: Deep Reinforcement Learning
ERP	: Enterprise Resource Planning
FP	: False Positives
FN	: False Negatives
GAN	: Generative Adversarial Networks
GPU	: Graphical Processing Unit
GRU	: Gated Recurrent Units
HQ	: High Quality Camera
IBM	: International Business Machines Corporation
IoU	: Intersection of Union
ITS	: Intelligence Transportation System
KNN	: K-Nearest Neighbor

LED	: Light Emitting Diodes
LPR	: License Plate Recognition
LSTM	: Long Short Term Memory
mAP	: mean Average Precision
ML	: Machine Learning
MOS	: Metal Oxide Semiconductor
NN	: Neural Network
OCR	: Optical Character Recognition
PLA+	: Polylactic Acid Plus
R-CNN	: Region-based Convolutional Neural Network
Raspberry Pi OS	: Raspberry Pi Operating System
RBM	: Restricted Boltzmann Machines
RFID	: Radio Frequency Identification
RL	: Reinforcement Learning
RNN	: Recurrent Neural Networks
SBC	: Single Board Computer
SSD	: Single Shot Detector
STN	: Spatial Transformer Networks
TN	: True Negatives
TP	: True Positives
YOLO	: You Only Look Once
YOLOv11n	: YOLOv11-nano

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Deteksi	113
Lampiran 2 Sampel Gambar Hasil Deteksi Benar oleh <i>Paddle-OCR</i>	114
Lampiran 3 Sampel Gambar Hasil Deteksi dengan CER Terendah oleh <i>YOLOv11n</i>	115
Lampiran 4 Gambar Hasil Deteksi.....	116
Lampiran 5 <i>Training Dataset</i> (Model Pertama).....	117
Lampiran 6 <i>Training Dataset</i> (Model Kedua)	118
Lampiran 7 <i>Source Code Training YOLOv11n</i> (Model Pertama)	119
Lampiran 8 <i>Source Code Training YOLOv11n</i> (Model Kedua)	120
Lampiran 9 <i>Source Code Field Implementation</i>	121
Lampiran 10 <i>Source Code Analisis Data</i>	122
Lampiran 11 Gambar Hasil Modifikasi D 1158 VBL	123
Lampiran 12 Gambar Hasil Modifikasi D 1392 AAJ	124

