

**KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI
KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS
CAHAYA RENDAH**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

DARREN LIONARDO
00000044057

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2024

**KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI
KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS
CAHAYA RENDAH**



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

DARREN LIONARDO

00000044057

UMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI
KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS
CAHAYA RENDAH**

oleh

Nama : DARREN LIONARDO
NIM : 00000044057
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

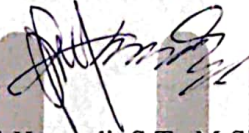
Telah diujikan pada hari Senin, 27 Mei 2024

Pukul 15.00 s/s 17.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang



(Adhi Kusnadi, S.T., M.Si.)

NIDN: 0303037304

Penguji



(Aditiyawan, S.Kom., M.Si.)

NIDN: 8994550022

Pembimbing



(Alexander Waworuntu, S.Kom., M.T.I.)

NIDN: 0309068503

PJS Ketua Program Studi Informatika,



(Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc.)

NIDN: 0419128203

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : DARREN LIONARDO
Nomor Induk Mahasiswa : 00000044057
Program Studi : Informatika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul:
**KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI
KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS
CAHAYA RENDAH**

merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiat, dan tidak pula dituliskan oleh orang lain; Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya cantumkan dan nyatakan dengan benar pada bagian Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan karya ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi untuk dinyatakan **TIDAK LULUS**. Saya juga bersedia menanggung segala konsekuensi hukum yang berkaitan dengan tindak plagiarisme ini sebagai kesalahan saya pribadi dan bukan tanggung jawab Universitas Multimedia Nusantara.

Tangerang, 12 Mei 2024

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



(DARREN LIONARDO)

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DARREN LIONARDO
NIM : 00000044057
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya di repositori Knowledge Center, sehingga dapat diakses oleh Civitas Akademika/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial dan saya juga tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia karena dalam proses pengajuan untuk diterbitkan ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)**.

Tangerang, 12 Mei 2024

Yang menyatakan



DARREN LIONARDO

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama enam bulan ke depan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

Halaman Persembahan / Motto

"There is always something more to learn. Even for a master."

- Oogway

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan laporan Skripsi ini dengan judul: KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS CAHAYA RENDAH dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer Jurusan Informatika Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku PJS Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Alexander Waworuntu, S.Kom., M.T.I., sebagai Pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tesis ini.
5. Kak Stainley Suryadinata Winoto sebagai PO di perusahaan tempat saya bekerja yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan selama pengerjaan tesis ini.
6. Katherine Allen Lius sebagai rekan kerja di perusahaan tempat saya bekerja yang telah menjadi teman bertukar informasi selama tesis ini berlangsung.
7. Kakak saya yang telah membantu dalam pembuatan *dataset* sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
8. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca. Mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penelitian serta penulisan skripsi ini.

Tangerang, 12 Mei 2024



DARREN LIONARDO



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

KOMPARASI YOLOV7, YOLOV8, DAN YOLOV9 DALAM MENDETEKSI KETERSEDIAAN TEMPAT PARKIR KOSONG PADA INTENSITAS CAHAYA RENDAH

DARREN LIONARDO

ABSTRAK

Jumlah kendaraan semakin bertambah dan kemacetan menjadi hal yang tidak heran terjadi pada zaman sekarang ini. Hal ini menyebabkan koordinasi tempat parkir yang semakin kacau dikarenakan penuhnya kapasitas kendaraan. Dengan teknologi yang semakin berubah ke arah *artificial intelligence* (AI), muncul beberapa solusi CNN (*convolutional neural network*) dalam menangani masalah ini menggunakan citra digital, yaitu seperti algoritma YOLO (*you only look once*). Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak menggunakan algoritma YOLO seperti YOLOv5, YOLOv7 dan YOLOv8, tetapi banyak diantaranya yang memiliki limitasi dalam kondisi intensitas cahaya. Dengan munculnya iterasi YOLO baru, yaitu YOLOv9, dalam penelitian ini dilakukan komparasi terhadap 3 jenis iterasi YOLO, yaitu YOLOv7, YOLOv8, dan YOLOv9 dalam mendeteksi ketersediaan tempat parkir yang kosong. Setiap model dilatih pada 2 jenis *dataset* yang memiliki citra dengan perspektif kamera atas dan samping sehingga dihasilkan 6 jenis model berbeda. Model-model ini dievaluasi menggunakan 6 jenis *dataset* yang memiliki variasi perspektif, jarak kamera, serta kondisi intensitas cahaya yang beragam. Kesimpulan dari penelitian ini, hasil evaluasi model pada intensitas cahaya rendah dengan *grayscale intensity value* yang berkisar 47.76 sampai dengan 65.93, menunjukkan bahwa YOLOv9 memberikan akurasi mAP@0.5 tertinggi untuk semua kondisi, YOLOv8 memberikan akurasi mAP@0.5 terendah untuk lokasi sama dan jarak kamera yang jauh (30-60 *pixel* ukuran boyek deteksi), dan YOLOv7 memberikan akurasi mAP@0.5 terendah untuk lokasi beragam dan jarak kamera yang berkisar dekat sampai dengan jauh (30-160 *pixel* ukuran obyek deteksi).

Kata kunci: CNN, Deteksi Lahan Parkir, YOLOv7, YOLOv8, YOLOv9

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Comparison between YOLOv7, YOLOv8, and YOLOv9 on detecting an Empty Parking Space with Low Light Intensity

DARREN LIONARDO

ABSTRACT

The number of vehicles continues to increase, and congestion has become a common occurrence in modern times. This has caused parking space coordination to become chaotic due to the full capacity of vehicles. With technology increasingly moving towards artificial intelligence (AI), several CNN (convolutional neural network) solutions have emerged to address this issue using digital images, such as the YOLO (you only look once) algorithm. Many previous studies have used the YOLO algorithm such as YOLOv5, YOLOv7, and YOLOv8, but many have limitations in light intensity conditions. With the release of a new iteration of YOLO, namely YOLOv9, in this study, a comparison was done between three iterations of YOLO, namely YOLOv7, YOLOv8, and YOLOv9. Each model was trained on two types of datasets with top and side camera perspectives, resulting in six different models. These models were evaluated using six types of datasets with variations in perspective, camera distance, and various light intensity conditions. The conclusion of this study is that the model evaluation results at low light intensity with grayscale intensity value ranging from 47.76 to 65.93, show that YOLOv9 provides the highest mAP@0.5 accuracy for all conditions, YOLOv8 provides the lowest mAP@0.5 accuracy for same location and distant camera distance (30-60 pixel in object detection size), and YOLOv7 provides the lowest mAP@0.5 accuracy for varying camera distances (30-160 pixel in object detection size).

Keywords: CNN, Parking Space Detection, YOLOv7, YOLOv8, YOLOv9

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR KODE	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Permasalahan	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Citra Digital (Digital Image)	6
2.2 Convolutional Neural Network (CNN)	6
2.3 Region Based Convolutional Neural Network (R-CNN)	6
2.4 You Only Look Once (YOLO)	7
2.5 YOLOv7	7
2.6 YOLOv8	10
2.7 YOLOv9	11
2.8 Confusion Matrix	12
2.9 Precision and Recall	13
2.10 Intersection Over Union (IoU)	14
2.11 Mean Average Precision (mAP)	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Identifikasi Masalah	15
3.2 Analisis Kebutuhan	15
3.3 Studi Literatur	16
3.4 Pengumpulan Data	16
3.5 Training	17
3.6 Perancangan	26
3.7 Dokumentasi	30
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	31
4.1 Spesifikasi Sistem	31
4.1.1 Hardware	31
4.1.2 Software	31
4.2 Training	31
4.2.1 Training Cost	32
4.2.2 Hasil Training	32
4.3 Evaluasi	35

4.3.1	Keterbatasan Model	36
4.3.2	Hasil Evaluasi	41
4.4	Implementasi Sistem	49
4.4.1	Infrastruktur Sistem	50
4.4.2	Hasil Perancangan Sistem	50
4.4.3	Hasil Demo Aplikasi	70
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	Simpulan	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	YOLOv7 Network Architecture	8
Gambar 2.2	Struktur dari setiap modul YOLOv7. (a) ELAN; (b) Repconv; (c) SPPCSPC	9
Gambar 2.3	YOLOv8 Network Architecture	10
Gambar 2.4	YOLOv9 PGI Network Architecture. (a) path aggregation network (PAN), (b) reversible columns (RevCol), (c) conventional deep supervision, (d) programmable gradient information (PGI)	11
Gambar 2.5	YOLOv9 GELAN Network Architecture. (a) CSPNet, (b) ELAN, (c) GELAN	11
Gambar 2.6	Ground truth (G) dan predicted result (P)	13
Gambar 2.7	Intersection over union	14
Gambar 3.1	YOLOv7 Model Diagram	18
Gambar 3.2	YOLOv8 Model Diagram	19
Gambar 3.3	YOLOv9 Model Diagram	20
Gambar 3.4	Model Testing	24
Gambar 3.5	Detection System Flowchart	28
Gambar 3.6	Monitor System Flowchart	29
Gambar 3.7	Struktur Tabel "lots" Pada Database	29
Gambar 4.1	Grafik mAP Proses Training YOLOv7	33
Gambar 4.2	Grafik Loss Proses Training YOLOv7	33
Gambar 4.3	Grafik mAP Proses Training YOLOv8	34
Gambar 4.4	Grafik Loss Proses Training YOLOv8	34
Gambar 4.5	Grafik mAP Proses Training YOLOv9	35
Gambar 4.6	Grafik Loss Proses Training YOLOv9	35
Gambar 4.7	Deteksi Kerucut Pada Model A	37
Gambar 4.8	Deteksi Kerucut Pada Model B	37
Gambar 4.9	Deteksi Tempat Parkir Tanpa Garis Pembatas Putih Pada Model A	38
Gambar 4.10	Deteksi Tempat Parkir Tanpa Garis Pembatas Putih Pada Model B	38
Gambar 4.11	Deteksi Tempat Parkir Dengan Obyek Penghalang Berwarna Putih Pada Model A	39
Gambar 4.12	Deteksi Tempat Parkir Dengan Obyek Penghalang Berwarna Putih Pada Model B	39
Gambar 4.13	Deteksi Tempat Parkir Dengan Perspektif Berbeda Pada Model A	40
Gambar 4.14	Deteksi Tempat Parkir Dengan Perspektif Berbeda Pada Model B	41
Gambar 4.15	Confusion Matrix Model A Pada Dataset C	43
Gambar 4.16	Confusion Matrix Model A Pada Dataset E	43
Gambar 4.17	Confusion Matrix Model A Pada Dataset F	43
Gambar 4.18	Confusion Matrix Model B Pada Dataset D	43
Gambar 4.19	Line Chart mAP@0.5 "empty" Untuk Kamera Perspektif Atas (Model A)	44

Gambar 4.20	Line Chart mAP@0.5 "empty" Untuk Kamera Perspektif Samping (Model B)	44
Gambar 4.21	Line Chart mAP@0.5 "empty" Untuk Model A Yang Diberi Filter Pada Percobaan Dataset F	49
Gambar 4.22	Infrastruktur Sistem	50
Gambar 4.23	Tampilan Output Sistem Deteksi	51
Gambar 4.24	Tampilan Sistem Deteksi Dengan YOLOv7	52
Gambar 4.25	Tampilan Sistem Deteksi Dengan YOLOv8	52
Gambar 4.26	Tampilan Sistem Deteksi Dengan YOLOv9	52
Gambar 4.27	Tampilan Sistem Monitor	53
Gambar 4.28	Anaconda Navigator Menu	54
Gambar 4.29	Sistem Deteksi Project Base Structure	55
Gambar 4.30	"api.py" Library Imports	56
Gambar 4.31	"api.py" Insert Function	56
Gambar 4.32	"api.py" Fetch Function	57
Gambar 4.33	YOLOv7 & YOLOv9 "detect.py" Labeling Function	57
Gambar 4.34	YOLOv8 "app.py" Labeling Function	58
Gambar 4.35	YOLOv7 & YOLOv9 "app.py" Library Imports	58
Gambar 4.36	YOLOv8 "app.py" Library Imports	59
Gambar 4.37	Flask Initialization Pada File "app.py"	60
Gambar 4.38	YOLOv7 "app.py" Main Function	61
Gambar 4.39	YOLOv8 "app.py" Main Function	61
Gambar 4.40	YOLOv9 "app.py" Main Function	62
Gambar 4.41	Kode HTML Untuk Input Select Model	62
Gambar 4.42	YOLOv7 & YOLOv9 "app.py" Display Function Untuk Gambar	63
Gambar 4.43	Kode HTML Untuk Hasil <i>Output</i> Gambar/Video	64
Gambar 4.44	"app.py" Display Function Untuk Video	64
Gambar 4.45	insert Function Import	65
Gambar 4.46	YOLOv7 & YOLOv9 Insert To Database Function	65
Gambar 4.47	YOLOv8 Insert To Database Function	65
Gambar 4.48	Situs Web Monitor Project Base Structure	66
Gambar 4.49	Import Library "app.py" Situs Web Monitor	66
Gambar 4.50	Inialisasi "app.py" Situs Web Monitor	67
Gambar 4.51	Main Function "app.py" Situs Web Monitor	67
Gambar 4.52	Kode HTML Untuk Menampilkan Jumlah Tempat Parkir Pada Situs Web Monitor	67
Gambar 4.53	Import Library "background_socket.py" Situs Web Monitor	68
Gambar 4.54	Inialisasi "background_socket.py" Situs Web Monitor	69
Gambar 4.55	Main Function "background_socket.py" Situs Web Monitor	69
Gambar 4.56	Fungsi Menjalankan "background_socket.py" Situs Web Monitor	69
Gambar 4.57	Kode Javascript Untuk Melakukan <i>Listen</i> Terhadap <i>Web Socket</i>	70
Gambar 4.58	Screenshot Deteksi Video Tempat Parkir Dengan Perspektif Atas Pada Model YOLOv7-A	71
Gambar 4.59	Screenshot Deteksi Video Tempat Parkir Dengan Perspektif Atas Pada Model YOLOv8-A	71
Gambar 4.60	Screenshot Deteksi Video Tempat Parkir Dengan Perspektif Atas Pada Model YOLOv9-A	72

Gambar 4.61 Situs Web Monitor Yang Melakukan Update Setiap 1 Detik 72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Confusion Matrix	13
Tabel 3.1	Argumen Perintah Training	22
Tabel 4.1	Training Cost Setiap Model	32
Tabel 4.2	Hasil Akurasi Evaluasi Model Pada Keenam Dataset . . .	42
Tabel 4.3	Hasil Akurasi Evaluasi Model A Pada Dataset F Menggunakan Beberapa Preprocessing Method	48



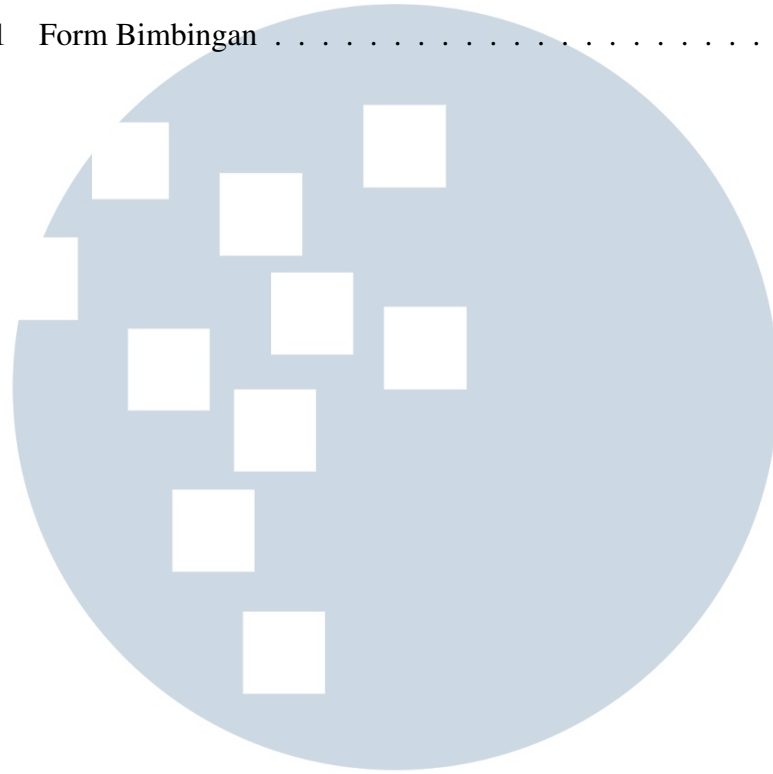
DAFTAR KODE

3.1	Train Model YOLOv7-A	23
3.2	Train Model YOLOv7-B	23
3.3	Train Model YOLOv8-A	23
3.4	Train Model YOLOv8-B	23
3.5	Train Model YOLOv9-A	23
3.6	Train Model YOLOv9-B	24
3.7	Testing Model YOLOv7-A	26
3.8	Testing Model YOLOv8-A	26
3.9	Testing Model YOLOv9-A	26
4.1	Perintah Meng-install Python Packages Yang Dibutuhkan	54
4.2	Perintah Mengaktifkan CUDA Pada Anaconda Environment	54
4.3	Perintah Git Clone Untuk YOLOv7 Dan YOLOv9	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Bimbingan 79



UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA