

**PENGEMBANGAN METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOv11n)
DENGAN INTEGRASI TEKNIK SHADOW ELIMINTAION UNTUK
DETEKSI OBJEK**



Disusun Oleh:
Arie Indrawan
55422120008

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2025**

PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Nama : Arie Indrawan
NIM : 55422120008
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Laporan Tesis : Pengembangan Metode You Only Look Once (Yolov11n)
Dengan Integrasi Teknik Shadow Elimintaion Untuk Deteksi Objek

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tesis yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tesis ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan

Jakarta, 28 Agustus 2025


Arie Indrawan

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Arie Indrawan
NIM : 55422120008
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Pengembangan Metode You Only Look Once (Yolov11n)
Dengan Integrasi Teknik Shadow Elimintaion Untuk
Deteksi Objek

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Strata S2** pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc. Phd.
NIDN : 0314089201
Ketua Penguji : Yudhi Gunardi, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN : 0330086902
Anggota Penguji : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T.,
I.P.U., Ascan-Eng., APEC-Eng.
NIDN : 0312118206

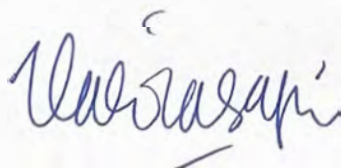
()
()
()

Jakarta, 25 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo,
S.T., M.T., I.P.U., Ascan-Eng., APEC-Eng.

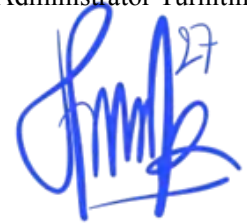
SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Arie Indrawan
NIM : 55422120008
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PENGEMBANGAN METODE YOU ONLY LOOK
ONCE (YOLOv11n) DENGAN INTEGRASI TEKNIK
SHADOW ELIMINTAION UNTUK DETEKSI
OBJEK**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 28 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **20 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Agustus 2025
Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

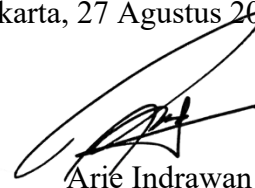
Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Pengembangan Metode You Only Look Once (YOLOv11n) dengan Integrasi Teknik Shadow Elimintaion Untuk Deteksi Objek”**.

Dengan penuh rasa syukur penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan atas bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak dalam penyusunan laporan tesis, antara lain kepada:

1. Dr. Eng, Heru Suwoyo, ST., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan dan meluangkan waktunya untuk memberikan arahan kepada penulis dalam penulisan tesis ini.
2. Para dosen dan staf Universitas Mercu Buana atas segala limpahan ilmu yang diperoleh penulis selama menuntut ilmu di Program Studi Magister Teknik Elektro.
3. Kedua orang tua, bapak ibu mertua, kakek nenek dan saudara yang selalu memberikan dukungan.
4. Istri saya tercinta Ester Daniela Angelina dan anak saya Vireeya Aleena Hafshah yang selalu membuat saya semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari penulisan tesis ini masih jauh dari kata sempurna mengingat pengetahuan penulis yang masih terbatas. Oleh karenanya kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah penulis harapkan dan penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat.

Jakarta, 27 Agustus 2025



Arie Indrawan

ABSTRAK

Deteksi objek dapat membantu dalam menginterpretasikan sebuah citra yang menghasilkan informasi yang digunakan untuk pemantauan lalu lintas. Namun kinerja Deteksi objek seringkali terdegradasi oleh kondisi lingkungan, terutama keberadaan bayangan. Bayangan dapat mengaburkan fitur visual objek sehingga mempengaruhi akurasi dan robustness sistem deteksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penanganan bayangan pada model deteksi objek YOLOv11n dengan mengintegrasikan *Shadow Elimination* SpA-Former dan DC-ShadowNet ke dalam arsitektur model YOLOv11n.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1547 gambar. Pengujian dilakukan dengan 11 skenario untuk menganalisis berbagai konfigurasi model. Skenario ini mencakup pengujian model YOLOv11n baseline pada dataset asli, model YOLOv11n yang dilatih dan diuji secara individual dengan dataset hasil *shadow elimination* dari SpA-Former dan DC-ShadowNet, serta model YOLOv11n yang dilatih dengan strategi kombinasi dataset asli dan dataset hasil *shadow elimination*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelatihan model YOLOv11n secara individual pada dataset yang telah diproses *shadow elimination* menurunkan kinerja dibandingkan dengan baseline. Namun, strategi kombinasi dataset terbukti secara signifikan meningkatkan kinerja model. Model YOLOv11n + Kombinasi Dataset DC-ShadowNet mencapai mAP@0.5 tertinggi sebesar 0.909 dan mAP@0.5:0.95 tertinggi sebesar 0.628, serta Recall 0.874. Sementara itu, model YOLOv11n + Kombinasi Dataset SpA-Former menunjukkan Precision tertinggi sebesar 0.884 dan mAP@0.5:0.95 sebesar 0.616. penelitian ini memvalidasi bahwa pra-pemrosesan *shadow elimination* yang diintegrasikan melalui strategi kombinasi dataset, secara efektif meningkatkan robustness dan akurasi model deteksi objek dalam menghadapi tantangan bayangan.

Kata kunci: Deteksi objek, You Only Look Once (YOLO), *Shadow Elimination*, SpA-Former, DC-ShadowNet.

ABSTRACT

Object detection plays an important role in interpreting images to produce information that can be utilized for traffic monitoring. However, the performance of object detection often degrades under environmental conditions, particularly due to the presence of shadows. Shadows can obscure visual features of objects, thereby affecting the accuracy and robustness of detection systems. This study aims to evaluate the impact of shadow handling on the YOLOv11n object detection model by integrating Shadow Elimination using SpA-Former and DC-ShadowNet into the YOLOv11n architecture.

The dataset used in this study consists of 1,547 images. Experiments were conducted across 11 scenarios to analyze various model configurations. These scenarios include the evaluation of the baseline YOLOv11n model on the original dataset, YOLOv11n models trained and tested individually with shadow-eliminated datasets generated by SpA-Former and DC-ShadowNet, as well as models trained with a combined strategy using both the original dataset and shadow-eliminated datasets.

The results show that training YOLOv11n individually on shadow-eliminated datasets led to performance degradation compared to the baseline. However, the combined dataset strategy significantly improved model performance. The YOLOv11n + Combined Dataset DC-ShadowNet model achieved the highest $mAP@0.5$ of 0.909 and the highest $mAP@0.5:0.95$ of 0.628, along with a Recall of 0.874. Meanwhile, the YOLOv11n + Combined Dataset SpA-Former model achieved the highest Precision of 0.884 and an $mAP@0.5:0.95$ of 0.616. This study validates that shadow elimination preprocessing, when integrated through a combined dataset strategy, effectively enhances the robustness and accuracy of object detection models in challenging shadow conditions.

Keywords: Object detection, You Only Look Once (YOLO), Shadow Elimination, SpA-Former, DC-ShadowNet.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT KETERANGAN HASIL SIMILARITY	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Studi Literatur.....	5
2.2. Computer Vision	22
2.3. Deteksi Objek	23
2.4. Deep Learning	23
2.5. You Only Look Once (YOLO).....	24
2.6. Shadow Elimination	27
2.7. SpA- Former	27
2.8. DC-ShadowNet	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1. Data Penelitian	31
3.2. Metode Pengolahan Data.....	33
3.3. Metode Analisa Data.....	33
3.4. Flowchart Penelitian.....	33
3.4.1 Flowchart Basic Metode YOLOv11n	34
3.4.2 Flowchart Usulan Penelitian	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Hasil Shadow Elimination SpA-Former dan DC-ShadowNet	38
4.2. Hasil Pelatihan dan Pengujian	41
4.2.1 Hasil Pelatihan Model	41
4.2.2 Hasil Pengujian	65
4.3. Hasil Perbandingan Model YOLOv11n Baseline dan Model YOLOv11n Usulan Terbaik (YOLOv11n + Kombinasi Dataset DC-ShadowNet)	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	18
Tabel 4. 1 Hasil Pelatihan Dengan Dan Tanpa Preprocessing Shadow Elimination	64
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Algoritma Data Augmentasi Flip Mosaic	13
Gambar 2. 2 Algoritma Data Augmentasi Tradisional Mosaic	13
Gambar 2. 3 Prosedur Model FA-YOLO	16
Gambar 2. 4 Flowchart algoritma ekstraksi foreground berdasarkan deteksi tepi	17
Gambar 2. 5 Arsitektur SpA-Former	28
Gambar 3. 1 Situs universe.roboflow	31
Gambar 3. 2 Sampel Dataset Training	32
Gambar 3. 3 Sampel Dataset Validation	32
Gambar 3. 4 Sampel Dataset Testing	32
Gambar 3. 5 Flowchart Basic Metode YOLOv11n	34
Gambar 3. 6 Flowchart Usulan Penelitian	37
Gambar 4. 1 Sample 1 Hasil Spa-Former Dataset Train	39
Gambar 4. 2 Sample 2 Hasil Spa-Former Dataset Train	39
Gambar 4. 3 Sample 1 Hasil DC-Shadownet Dataset Train	40
Gambar 4. 4 Sample 2 Hasil DC-Shadownet Dataset Train	40
Gambar 4. 5 Hasil Pelatihan Yolov11n Tanpa Shadow Elimination	42
Gambar 4. 6 Kurva Precision-Recall Tanpa Shadow Elimination	45
Gambar 4. 7 Kurva Precision Tanpa Shadow Elimination	46
Gambar 4. 8 Kurva Recall Tanpa Shadow Elimination	47
Gambar 4. 9 Kurva F1-Score Tanpa Shadow Elimination	48
Gambar 4. 10 Confusion Matrix Tanpa Shadow Elimination	49
Gambar 4. 11 Hasil Pelatihan Yolov11n Dengan Shadow Elimination Spa-Former	50
Gambar 4. 12 Kurva Precision Dan Recall Dengan Shadow Elimination Spa-Former	51
Gambar 4. 13 Kurva F1-Score Dengan Shadow Elimination Spa-Former	52
Gambar 4. 14 Confusion Matrix Dengan Shadow Elimination Spa-Former	53
Gambar 4. 15 Hasil Pelatihan Yolov11n Dengan Shadow Elimination DC-Shadownet	54
Gambar 4. 16 Kurva Precision Dan Recall Dengan Shadow Elimination DC-Shadownet	55
Gambar 4. 17 Confusion Matrix Dengan Shadow Elimination DC-Shadownet	56
Gambar 4. 18 Hasil Pelatihan Yolov11n Menggunakan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion Spa-Former	57
Gambar 4. 19 Kurva Precision Dan Recall Menggunakan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion Spa-Former	58
Gambar 4. 20 Confusion Matrix Dengan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion Spa-Former	59
Gambar 4. 21 Hasil Pelatihan Yolov11n Menggunakan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion DC-Shadownet	60
Gambar 4. 22 Kurva Precision Dan Recall Menggunakan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion DC-Shadownet	61
Gambar 4. 23 Confusion Matrix Dengan Dataset Kombinasi Dataset Asli Dengan Dataset Shadow Elimintaion DC-Shadownet	61

Gambar 4. 24 Confusion Matrix Perbandingan Yolov11n Basic dengan Yolov11n Usulan	70
Gambar 4. 25 Sampel 1 Hasil Deteksi	72
Gambar 4. 26 Sampel 2 Hasil Deteksi	73
Gambar 4. 27 Sampel 3 Hasil Deteksi	73



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Backbone	: Bagian utama arsitektur YOLO yang berfungsi untuk ekstraksi fitur dari citra input.
Bounding Box	: Kotak pembatas yang digunakan untuk menunjukkan lokasi dan ukuran objek dalam gambar.
Computer Vision (CV)	: Bidang kecerdasan buatan yang berfokus pada interpretasi dan pemahaman konten visual dari citra atau video oleh komputer.
Confusion Matrix	: Matriks evaluasi yang menunjukkan distribusi hasil prediksi model (TP, FP, TN, FN) untuk setiap kelas.
Data Augmentation	: Teknik untuk memperluas variasi dataset dengan transformasi seperti rotasi, flipping, cropping, atau mosaic.
Dataset Testing	: Subset data yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja akhir model terhadap data baru.
Dataset Training	: Subset data yang digunakan untuk melatih model.
Dataset Validation	: Subset data yang digunakan untuk memantau kinerja model selama pelatihan dan mencegah overfitting.
DC-ShadowNet	: Metode shadow elimination berbasis unsupervised learning dengan domain-classifier, dirancang untuk menghapus bayangan keras maupun lunak.
Deep Learning (DL)	: Cabang machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan bertingkat (<i>deep neural network</i>) untuk mempelajari representasi data yang kompleks.

Deteksi Objek (Object Detection)	: Proses mengidentifikasi keberadaan, lokasi (bounding box), dan kategori objek dalam gambar atau video.
F1-Score	: Rata-rata harmonik antara precision dan recall, digunakan untuk menilai keseimbangan keduanya.
FN (False Negative)	: Jumlah objek yang ada tetapi gagal dideteksi oleh model.
FP (False Positive)	: Jumlah deteksi salah, yaitu model mendeteksi objek padahal tidak ada, atau salah mengklasifikasikan.
FPS (Frame Per Second)	: Jumlah frame yang dapat diproses model per detik, menunjukkan kecepatan inferensi.
GPU (Graphics Processing Unit)	: Unit pemrosesan grafis yang digunakan untuk mempercepat pelatihan model deep learning.
Google Colab	: Platform berbasis cloud yang menyediakan GPU gratis untuk eksperimen dan pelatihan model.
Head	: Bagian YOLO yang menghasilkan prediksi akhir berupa bounding box, confidence, dan kelas objek.
Inference Time	: Waktu yang dibutuhkan model untuk memproses satu gambar/frame dan menghasilkan prediksi.
IoU (Intersection over Union)	: Metode evaluasi akurasi deteksi dengan menghitung rasio antara luas irisan dan luas gabungan antara bounding box prediksi dan ground truth.
ITS (Intelligent Transportation System)	: Sistem transportasi cerdas yang memanfaatkan teknologi seperti computer vision untuk pemantauan dan pengendalian lalu lintas.
Matplotlib	: Library Python untuk membuat visualisasi grafik hasil pelatihan dan evaluasi.

Mosaic Augmentation	: Teknik augmentasi data dengan menggabungkan beberapa gambar ke dalam satu gambar untuk meningkatkan variasi dan generalisasi model.
mAP (mean Average Precision)	: Rata-rata nilai presisi dari semua kelas pada berbagai threshold IoU.
mAP@0.5	: Nilai rata-rata presisi pada threshold IoU = 0.5.
mAP@0.5:0.95	: Nilai rata-rata presisi pada berbagai threshold IoU (0.5 hingga 0.95 dengan interval 0.05).
Neck	: Komponen arsitektur YOLO yang bertugas menggabungkan fitur dari berbagai skala untuk meningkatkan representasi objek.
OpenCV	: Library computer vision yang digunakan untuk manipulasi citra, bounding box, dan visualisasi hasil deteksi.
Precision (P)	: Ukuran akurasi deteksi, yaitu proporsi deteksi benar (True Positive) terhadap semua prediksi positif (TP + FP).
PyTorch	: Framework deep learning berbasis Python yang digunakan dalam pelatihan dan inferensi YOLO.
Python	: Bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk implementasi penelitian ini.
Recall (R)	: Ukuran sensitivitas deteksi, yaitu proporsi objek benar yang berhasil terdeteksi (True Positive) dibandingkan dengan semua objek yang ada.
Roboflow	: Platform yang digunakan untuk pengumpulan, anotasi, dan manajemen dataset computer vision.
Shadow Elimination	: Proses penghapusan bayangan dari citra untuk meningkatkan akurasi sistem deteksi objek.

SpA-Former (Spatial Attention Transformer)	: Metode shadow elimination berbasis transformer yang mampu mendeteksi dan menghapus bayangan dalam satu tahap end-to-end.
TN (True Negative)	: Jumlah area yang benar terklasifikasi sebagai bukan objek.
TP (True Positive)	: Jumlah objek yang benar terdeteksi sesuai kelasnya.
YOLO (You Only Look Once)	: Algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang dapat melakukan deteksi dan klasifikasi secara cepat dalam satu tahap.
YOLOv11n	: Varian ringan (nano) dari YOLO versi 11, yang dioptimalkan untuk kecepatan inferensi dan efisiensi komputasi dengan tetap mempertahankan akurasi tinggi.

