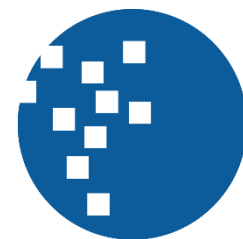


**PENINGKATAN PERFORMA DETEKSI DAN
PENGHITUNGAN LALAT BUAH SALAK PADA MODEL
YOLOV5S MELALUI STRATEGI OPTIMASI *DATASET*
DAN MODIFIKASI ARSITEKTUR**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tugas Akhir

Paskasius Gian Avila Putra

00000070288

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

2026

**PENINGKATAN PERFORMA DETEKSI DAN
PENGHITUNGAN LALAT BUAH SALAK PADA MODEL
YOLOV5S MELALUI STRATEGI OPTIMASI *DATASET*
DAN MODIFIKASI ARSITEKTUR**



Tugas Akhir

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Komputer

Paskasius Gian Avila Putra

00000070288

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

2026

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Paskasius Gian Avila Putra

Nomor Induk Mahasiswa : 00000070288

Program Studi : Teknik Komputer

Skripsi dengan judul:

Peningkatan Performa Deteksi dan Penghitungan Lalat Buah Salak Pada Model YOLOv5s Melalui Strategi Optimasi *Dataset* dan Modifikasi Arsitektur

Merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tangerang, 5 Januari 2026



(Paskasius Gian Avila Putra)

HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paskasius Gian Avila Putra
NIM : 00000070288
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Peningkatan Performa Deteksi dan
Penghitungan Lalat Buah Salak Pada Model
YOLOv5s Melalui Strategi Optimasi *Dataset*
dan Modifikasi Arsitektur

Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artifisial (AI) dalam pengerjaan Tugas Akhir sebagai berikut:

- ✓ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu dalam menghasilkan ide-ide utama saja
- ✓ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu menghasilkan teks pertama saja
- ✓ Menggunakan AI untuk menyempurnakan sintaksis dan tata bahasa untuk pengumpulan tugas
- ☐ Karena tidak diizinkan: Tidak menggunakan bantuan AI dengan cara apa pun dalam pembuatan tugas

Saya juga menyatakan bahwa:

- (1) Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI)
- (2) Mengakui telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, paraphrase, penyertaan ide atau fakta penting yang disarankan oleh AI dan saya telah menyantumkan dalam sitasi serta referensi
- (3) Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri

Tangerang, 14 Januari 2026



(Paskasius Gian Avila Putra)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul

Peningkatan Performa Deteksi dan Penghitungan Lalat Buah Salak Pada Model
YOLOv5s Melalui Strategi Optimasi *Dataset* dan Modifikasi Arsitektur

Oleh

Nama : Paskasius Gian Avila Putra
NIM : 00000070288
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik dan Informatika

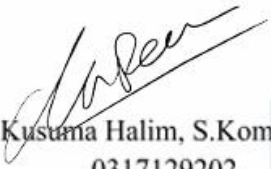
Telah diujikan pada hari Rabu, 14 Januari 2026

Pukul 13.00 s.d 15.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


Dareen Kusuma Halim, S.Kom., M.Eng.Sc.
0317129202

Penguji


Monica Pratiwi, S.ST., M.T.
0325059601

Pembimbing


Nabila Husna Shabrina S.T., M.T.
0321099301

Ketua Program Studi Teknik Komputer


Samuel Hutagalung, M.T.I.
0304038902

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paskasius Gian Avila Putra
NIM : 00000070288
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Peningkatan Performa Deteksi dan
Penghitungan Lalat Buah Salak Pada Model
YOLOv5s Melalui Strategi Optimasi *Dataset*
dan Modifikasi Arsitektur

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
 - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - ☐ Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 5 Januari 2026



(Paskasius Gian Avila Putra)

* Pilih salah satu

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, berkat, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Peningkatan Performa Deteksi dan Penghitungan Lalat Buah Salak Pada Model YOLOv5s Melalui Strategi Optimasi *Dataset* dan Modifikasi Arsitektur”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Sarjana Program Studi Teknik Komputer, Universitas Multimedia Nusantara.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghadirkan solusi sistem deteksi dan hitung lalat buah otomatis yang lebih akurat untuk membantu para petani salak mengatasi kendala pada sistem deteksi sebelumnya. Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel, M.T.I., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Multimedia Nusantara, yang telah memberikan arahan serta penjelasan mengenai penulisan dan penilaian tugas akhir, sehingga penulis dapat menjalankan penelitian ini sesuai dengan standar yang ditetapkan.
4. Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T., selaku Pembimbing, yang telah memberikan perhatian penuh, saran, dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini. Dedikasi yang diberikan berperan dalam menyempurnakan kualitas hasil akhir penelitian ini.

5. Keluarga tercinta, yang senantiasa menjadi sistem pendukung utama melalui doa, pengertian, serta bantuan moril maupun material yang tak ternilai harganya selama penulis menempuh masa perkuliahan.
6. EPICS in IEEE, yang memberikan dukungan pendanaan bagi program MySalak, sehingga seluruh rangkaian penelitian di lapangan dapat terlaksana dengan optimal dan berjalan lancar.
7. Tim MySalak, yang telah memberikan dukungan dan membantu kelancaran penyusunan tugas akhir terutama dalam bentuk pengetahuan terkait sistem yang ingin ditingkatkan, sehingga membantu penulis dalam menyelaraskan model hasil pengembangan dengan kebutuhan *stakeholder*.
8. Teman-teman Teknik Komputer angkatan 2022, terima kasih atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang diberikan selama proses perjalanan akademik.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan teknologi pertanian di Indonesia, khususnya bagi para petani salak di Paguyuban Mitra Turindo, Sleman. Akhir kata, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tangerang, 5 Januari 2026



(Paskasius Gian Avila Putra)

PENINGKATAN PERFORMA DETEKSI DAN PENGHITUNGAN LALAT BUAH SALAK PADA MODEL YOLOV5S MELALUI STRATEGI OPTIMASI *DATASET* DAN MODIFIKASI ARSITEKTUR

Paskasius Gian Avila Putra

ABSTRAK

Petani salak Paguyuban Mitra Turindo menghadapi permasalahan terkait ketidakakuratan penghitungan lalat buah dan kesalahan deteksi pada Model Sebelumnya. Penelitian ini bertujuan mengatasi permasalahan tersebut melalui pengembangan model berbasis YOLOv5s secara bertahap, yang terbagi menjadi Fase 1 melalui optimasi *dataset* (validasi dan perluasan) serta Fase 2 melalui modifikasi arsitektur dengan penambahan *Convolutional Block Attention Module* (CBAM) dan optimasi *dataset* lanjutan dengan penerapan metode *undersampling*. Evaluasi model menggunakan metrik *mean Average Precision* (mAP@0.5) untuk performa deteksi, serta *Average Detection Accuracy* (ADA) untuk akurasi penghitungan. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan performa yang signifikan dari Model Sebelumnya ke Model Fase 2, di mana nilai mAP@0.5 meningkat dari 0.619 menjadi 0.796, serta ADA yang meningkat dari 60.66% menjadi 96.01%. Peningkatan ini didukung oleh metrik MAE sebagai salah satu metrik pendukung untuk perhitungan objek yang menurun dari 8.09 menjadi 0.13, yang mengonfirmasi bahwa model hampir tidak memiliki selisih kesalahan dengan kondisi riil. Kesimpulannya, integrasi optimasi *dataset* dan penyempurnaan arsitektur terbukti efektif memperkuat kemampuan model dalam membedakan ciri visual objek secara detail, sehingga menghasilkan sistem yang stabil, akurat, dan selaras dengan kebutuhan operasional petani.

Kata kunci: Deteksi Objek, Perhitungan Objek, Lalat Buah, YOLOv5s

IMPROVING THE PERFORMANCE OF YOLOV5S FOR SALAK FRUIT FLY DETECTION AND COUNTING USING DATASET OPTIMIZATION AND ARCHITECTURAL MODIFICATION

Paskasius Gian Avila Putra

ABSTRACT

Salak farmers in the Mitra Turindo community face significant issues regarding fruit fly counting inaccuracies and detection errors in previous models. This research aims to address these problems through a phased development of a YOLOv5s model, consisting of Phase 1 focused on dataset optimization (validation and expansion) and Phase 2 involving architectural modification through the addition of the Convolutional Block Attention Module (CBAM) and the implementation of undersampling. Model performance was evaluated using mean Average Precision (mAP@0.5) for detection performance and Average Detection Accuracy (ADA) for counting accuracy. Testing results demonstrate a significant performance improvement from the Existing Model to Proposed Model Phase 2, where the mAP@0.5 increased from 0.619 to 0.796 and the ADA increased from 60.66% to 96.01%. This improvement is further supported by the Mean Absolute Error (MAE) as a supporting metric for object counting, which decreased from 8.09 to 0.13, confirming that the model has almost no error margin compared to real-world conditions. In conclusion, the integration of dataset optimization and architectural refinement effectively strengthens the model's capability to distinguish detailed visual features, resulting in a stable and accurate system aligned with the operational needs of farmers.

Keywords: Object Detection, Object Counting, Fruit Fly, YOLOv5s

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	6
1.3 Batasan Penelitian.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Justifikasi Solusi.....	10
2.1.1 A systematic study of the class imbalance problem in convolutional neural networks [9]	10
2.1.2 Class Imbalance in Object Detection: An Experimental Diagnosis and Study of Mitigation Strategies [10].....	11
2.1.3 Implementasi YOLOv5 untuk Deteksi dan Perhitungan Otomatis Jumlah Lalat Buah pada Tanaman Salak [4]	13
2.1.4 HIC-YOLOv5: Improved YOLOv5 For Small Object Detection [13].....	16
2.1.5 YOLO-Based Deep Learning Framework for Olive Fruit Fly Detection and Counting [14].....	17
2.1.6 Justifikasi Pemilihan Metrik Evaluasi Object Detection (BCS_YOLO: Research on Corn Leaf Disease and Pest Detection Based on YOLOv11n [15]; Influences and Training Strategies for Effective Object Detection in Challenging Environments Using YOLO NAS-L [16]).....	19

2.1.7 A Deep-Learning Approach for Automatic Counting of Soybean Insect Pests [18]	21
2.2 Tinjauan Teori	22
2.2.1 Lalat Buah dan Gejala Serangannya	22
2.2.2 Metode Perangkap Lalat Buah (Pest Trapping)	23
2.2.3 Deep learning	23
2.2.4 CNN	25
2.2.5 Object Detection [24]	26
2.2.6 Object Counting [25]	29
2.2.7 YOLOv5	31
2.2.8 CBAM [28]	34
BAB III	
METODE PENELITIAN	36
3.1 Perancangan Solusi	36
3.1.1 Studi Literatur	37
3.1.2 Validasi Anotasi & Perluasan Dataset	37
3.1.3 Metode Undersampling	39
3.1.4 Preprocessing Data	40
3.1.5 Pengaturan Argumen Pelatihan, Hyperparameter dan Augmentasi Data	40
3.1.5.1 Argumen Pelatihan	41
3.1.5.2 Konfigurasi Hyperparameter dan Augmentasi Data	42
3.1.6 Training Data	45
3.1.7 Modifikasi Arsitektur Model	46
3.2 Metode Pengujian	47
3.2.1 Pengujian dengan Metrik Evaluasi Deteksi Objek	48
3.2.2 Pengujian dengan Metrik Evaluasi Perhitungan Objek	49
3.3 Instrumen Validasi Pengguna	51
BAB IV	
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	53
4.1 Spesifikasi Sistem	53
4.2 Implementasi Solusi	53
4.2.1 Optimasi Dataset	53
4.2.2 Preprocessing	55
4.2.3 Implementasi Modifikasi Arsitektur	58
4.2.4 Implementasi Training, Validation, dan Testing	63
4.2.5 Implementasi Inference dan Counting	66
4.3 Pengujian & Analisis Hasil Pengembangan Model Fase 1	69

4.3.1 Hasil Training dan Validation.....	69
4.3.2 Hasil Testing	74
4.3.3 Hasil Inference dan Counting	75
4.3.4 Komparasi Hasil Deteksi dan Perhitungan Objek.....	76
4.4 Evaluasi Hasil Uji Coba Pengguna.....	82
4.5 Pengujian dan Analisis Hasil Pengembangan Model Fase 2	87
4.5.1 Hasil Training dan Validation.....	87
4.5.2 Hasil Testing	92
4.5.3 Hasil Inference dan Counting	93
4.5.4 Komparasi Hasil Deteksi dan Perhitungan Objek.....	94
BAB V	
SIMPULAN DAN SARAN.....	103
5.1 Simpulan	103
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN.....	111



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rincian Distribusi Kelas pada Dataset Penelitian Sebelumnya [4]	4
Tabel 2.1 Metrik Object Detection (Training) [4]	14
Tabel 2.2 Metrik Object Detection (Validation) [4]	14
Tabel 2.3 Metrik Object Detection (Testing) [4]	15
Tabel 2.4 Metrik Object Counting [4]	15
Tabel 3.1 Konfigurasi Argumen Pelatihan	41
Tabel 3.2 Konfigurasi Hyperparameter	43
Tabel 3.3 Konfigurasi Augmentasi Data	44
Tabel 3.4 Kisi-kisi Instrumen Validasi Pengguna	51
Tabel 4.1 Spesifikasi Sistem	53
Tabel 4.2 Perbandingan Rincian Distribusi Kelas Pengembangan Model Fase 1	54
Tabel 4.3 Perbandingan Rincian Distribusi Kelas Pengembangan Model Fase 2	55
Tabel 4.4 Metrik Object Detection (Training)	73
Tabel 4.5 Metrik Object Detection (Validation)	74
Tabel 4.6 Metrik Object Detection (Testing)	75
Tabel 4.7 Metrik Object Counting	76
Tabel 4.8 Komparasi Metrik Object Detection (Training) dengan Model Sebelumnya	76
Tabel 4.9 Komparasi Metrik Object Detection (Validation) dengan Model Sebelumnya	77
Tabel 4.10 Komparasi Metrik Object Detection (Testing) dengan Model Sebelumnya	78
Tabel 4.11 Komparasi Metrik Object Counting dengan Model Sebelumnya	81
Tabel 4.12 Komparasi Metrik Object Counting dengan Model Sebelumnya (split dataset berbeda)	82
Tabel 4.13 Hasil Survei	83
Tabel 4.14 Identifikasi Faktor Penyebab Kesalahan Deteksi dan Perhitungan	84
Tabel 4.15 Metrik Object Detection (Training)	91
Tabel 4.16 Metrik Object Detection (Validation)	92
Tabel 4.17 Metrik Object Detection (Testing)	93
Tabel 4.18 Metrik Object Counting	93
Tabel 4.19 Komparasi Metrik Object Detection (Training)	94
dengan Model Sebelumnya dan Model Fase 1	94
Tabel 4.20 Komparasi Metrik Object Detection (Validation)	95
dengan Model Sebelumnya dan Model Fase 1	95
Tabel 4.21 Komparasi Metrik Object Detection (Testing)	96

dengan Model Sebelumnya dan Model Fase 1	96
Tabel 4.22 Komparasi Metrik Object Counting dengan Model Sebelumnya.....	97
dan Model Fase 1	97
Tabel 4.23 Komparasi Metrik Object Counting.....	98
dengan Model Sebelumnya dan Model Fase 1 (split dataset berbeda)	98



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Menu Perhitungan Lalat Buah Otomatis di Aplikasi MySalak.....	2
Gambar 1.2 Permasalahan yang Terjadi di Model Sebelumnya	3
Gambar 2.1 Object Detection Algorithms [24].....	29
Gambar 2.2 Arsitektur YOLOv5	32
Gambar 2.3 Arsitektur CBAM [28]	34
Gambar 3.1 Solution Diagram	36
Gambar 3.2 Anotasi Gambar yang Tidak Tepat	38
Gambar 3.3 Perluasan Dataset	39
Gambar 3.4 Arsitektur YOLOv5s + CBAM.....	47
Gambar 4.1 Output dari Proses Resizing Gambar	56
Gambar 4.2 CBAM Berhasil Diimplementasikan	63
Gambar 4.3 Training Batch dan Validation Batch.....	69
Gambar 4.4 Grafik Loss saat Training dan Validation	71
Gambar 4.5 Learning Curve	72
Gambar 4.6 Komparasi 1 - Hasil Deteksi Model Sebelumnya dan Model Fase 1	79
Gambar 4.7 Komparasi 2 - Hasil Deteksi Model Sebelumnya dan Model Fase 1	80
Gambar 4.8 Hasil Deteksi dari Aplikasi yang Dilakukan oleh Petani Salak dengan Model Fase 1	85
Gambar 4.9 Komparasi Hasil Deteksi dari Aplikasi yang Dilakukan oleh Petani Salak antara Model Sebelumnya dan Model Fase 1	86
Gambar 4.10 Training Batch dan Validation Batch.....	88
Gambar 4.11 Grafik Loss saat Training dan Validation Pengembangan Model Fase 2	89
Gambar 4.12 Learning Curve Pengembangan Model Fase 2	91
Gambar 4.13 Komparasi 1 - Hasil Deteksi dari Aplikasi yang Dilakukan oleh Petani Salak antara Model Sebelumnya, Model Fase 1, dan Model Fase 2	99
Gambar 4.14 Komparasi 2 - Hasil Deteksi dari Aplikasi yang Dilakukan oleh Petani Salak antara Model Sebelumnya, Model Fase 1, dan Model Fase 2	101
Gambar 4.15 Komparasi 3 - Hasil Deteksi dari Aplikasi yang Dilakukan oleh Petani Salak antara Model Sebelumnya, Model Fase 1, dan Model Fase 2	102

DAFTAR LAMPIRAN

A. Turnitin.....	111
B. Konsultasi Bimbingan	114
C. Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI)	115
D. Survei Uji Validasi Pembaruan Fitur Deteksi dan Hitung Lalat Buah	117

