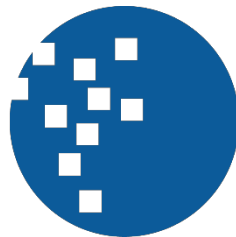


**IMPLEMENTASI YOLO V5 UNTUK DETEKSI DAN
PERHITUNGAN OTOMATIS JUMLAH LALAT BUAH PADA
TANAMAN SALAK**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Indah Desri Wahyuni

00000055597

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

2025

**IMPLEMENTASI YOLO V5 UNTUK DETEKSI DAN
PERHITUNGAN OTOMATIS JUMLAH LALAT BUAH PADA
TANAMAN SALAK**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Indah Desri Wahyuni

00000055597

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

2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Indah Desri Wahyuni

NIM : 00000055597

Program studi : Teknik Komputer

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir saya yang berjudul:

Implementasi YOLOv5 untuk Deteksi dan Perhitungan Otomatis Jumlah Lalat Buah pada Tanaman Salak

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, 30 Januari 2024



(Indah Desri Wahyuni)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul

Implementasi YOLOv5 untuk Deteksi dan Perhitungan Otomatis Jumlah Lalat
Buah pada Tanaman Salak

Oleh

Nama : Indah Desri Wahyuni
NIM : 00000055597
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Senin, 20 Januari 2025

Pukul 13.00 s.d 15.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


Samuel Hutagalung, M. T. I
NIDN. 0304038902

Penguji


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

Pembimbing


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

Ketua Program Studi Teknik Komputer


Samuel Hutagalung, M. T. I
NIDN. 0304038902

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Desri Wahyuni
NIM : 00000055597
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Implementasi YOLOv5 untuk Deteksi dan
Perhitungan Otomatis Jumlah Lalat Buah pada Tanaman Salak

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, dikarenakan:

- Dalam proses pengajuan untuk diterbitkan ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)**.

Tangerang, 29 Desember 2024



(Indah Desri Wahyuni)

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama 6 bulan kedepan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas selesainya penulisan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul: Implementasi YOLOv5 untuk Deteksi dan Perhitungan Otomatis Jumlah Lalat Buah pada Tanaman Salak yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Strata 1 Jurusan Teknik Komputer Pada Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Andrey Andoko, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel Hutagalung, M. T. I., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Multimedia Nusantara yang telah memberikan motivasi dan selalu mendukung setiap kegiatan mahasiswa Teknik Komputer. Selaku Ketua Sidang yang telah memberikan saran dan masukan yang membantu meningkatkan kualitas penelitian saya, menjadikannya lebih baik dan lebih relevan.
4. Monica Pratiwi, S.ST., M.T., selaku Penguji Sidang yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan kritik konstruktif sehingga meningkatkan kualitas penelitian.
5. Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T., sebagai Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama penelitian berlangsung serta selesainya laporan tugas akhir ini. Beliau tidak hanya memberikan dukungan dan bimbingan, tetapi juga senantiasa memberikan saran dan masukan yang berharga agar penelitian ini berjalan lancar. Tak hanya itu, beliau menyediakan segala fasilitas untuk menunjang pengerjaan penelitian ini. Selain itu, beliau

selalu memberikan semangat, mengingatkan untuk terus memperbarui progres penelitian, serta membimbing dengan penuh kesabaran.

6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. 3 Sahabat saya yaitu Gilbert Zaini, Michael Harry, Juan Terro yang selalu menemani dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Sahabat yang menjadi tempat curhat, keluh kesah, serta diskusi di saat mengalami kesulitan selama proses penelitian. Kehadiran mereka memberikan semangat dan motivasi, baik melalui obrolan ringan yang menyegarkan pikiran maupun dorongan untuk terus maju.
8. Sahabat yang tiba-tiba berjumpa tak disengaja yaitu Sherly, yang selalu menghibur, mendukung, dan menemani penulis baik menjadi teman curhat maupun diskusi segalanya. Bukan hanya sekadar teman, tetapi juga seseorang yang selalu ada untuk menghibur di saat saya merasa lelah, memberikan dukungan tanpa ragu, serta menemani dalam setiap perjalanan, baik dalam suka maupun duka.
9. Tim EPICS in IEEE UMN yaitu Gilbert Zaini, Michael Harry, Juan Terro, Cianando Pautrisio, Richard Tandean, Chirstoforus Ardhito, Muhammad Fathan, Paskasius Gian, Dimas Takeda, dan Albert Tirto, yang telah mendukung dan membantu penulis di segala kesempatan. Kebersamaan dan kerja sama yang terjalin telah membantu penulis dalam berbagai aspek, mulai dari berbagi ide, berdiskusi, hingga memberikan masukan yang berharga. Selain itu, mereka juga menjadi penghibur dan penyemangat di tengah tekanan penulisan tugas akhir, memberikan motivasi untuk terus maju, serta menghadirkan suasana yang penuh semangat dan kebersamaan.
10. Persatuan Badminton ++ yaitu Muhammad Dzaky Al-Haidar, Christoper John, Kelly Chistian, Vania Jiang, Bintang Timurlangit, Sinung Agung, Gilbert Zaini, Michael Harry, Cianando Pautrisio, dan Richard Tandean, yang telah mendukung dan mengingatkan agar tidak lupa untuk menjaga kesehatan dengan berolahraga ditengah penelitian tugas akhir.

11. Teman-teman seperjuangan Teknik Komputer 2021 lainnya, khususnya Ananda Ayu Putri sebagai sahabat penulis yang telah menemani dan mendukung penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang.

Penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis selama proses kerja penelitian tugas akhir berlangsung. Semoga laporan kerja tugas akhir ini dapat memberikan kebermanfaatan untuk seluruh civitas akademik UMN dan Teknik Komputer baik sebagai informasi maupun inspirasi bagi pembaca.

Tangerang, 29 Desember 2024



(Indah Desri Wahyuni)

IMPLEMENTASI YOLO V5 UNTUK DETEKSI DAN PERHITUNGAN OTOMATIS JUMLAH LALAT BUAH PADA TANAMAN SALAK

Indah Desri Wahyuni

ABSTRAK

Kelompok Tani Mitra Turindo di Sleman, Yogyakarta, adalah komunitas petani salak sekaligus eksportir terbesar di wilayah tersebut yang sedang menghadapi tantangan serangan hama lalat buah. Sebagai bagian dari prosedur ekspor, dilakukan pelaporan mingguan untuk mengetahui sebaran lalat buah berdasarkan jumlah tangkapan. Namun, proses perhitungan lalat buah secara manual sangat memakan waktu, sehingga banyak petani enggan melakukannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatis yang dapat mendeteksi dan menghitung jumlah lalat buah menggunakan metode *deep learning*. Penelitian ini menggunakan *dataset* primer yang terdiri dari 6.156 gambar yang dikumpulkan langsung dari lahan pertanian milik Kelompok Tani Mitra Turindo. *Dataset* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *dataset* internal yang dikumpulkan secara mandiri dan *dataset* eksternal yang diperoleh dari laporan petani. Proses anotasi dilakukan dengan dua kelas label: "0" untuk gambar lalat yang menggumpal dan "1" untuk individu lalat. Tahapan *preprocessing* mencakup konversi format *file*, *resize*, dan *splitting dataset*. Performa model YOLOv5s untuk deteksi objek pada *dataset* internal menghasilkan nilai presisi (P) sebesar 0,655, *recall* (R) 0,582, dan mAP@0.5 0,619. Sementara pada *dataset* eksternal, nilai P sebesar 0,421, R 0,365, dan mAP@0.5 0,343. *Metric* evaluasi *counting object* pada *dataset* internal menghasilkan nilai *Average Detection Accuracy* (ADA) sebesar 0,848, *Average Precision* (AP) sebesar 0,822, F1-Score 0,83, dan *Mean Absolute Error* (MAE) 5,421. Pada *dataset* eksternal, nilai ADA sebesar 0.8148, AP 0,7676, F1-Score 0,8454, dan MAE 2,33. Waktu prediksi pada Google Colab untuk *dataset* internal rata-rata 11,42 ms dan 10,56 ms untuk *dataset* eksternal. Meskipun terdapat perbedaan waktu prediksi, selisih ini masih dalam batas wajar, yang menunjukkan bahwa model ini memiliki performa yang baik, efisien, dan ringan, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi berbasis *real-time*.

Kata kunci: Lalat Buah Salak, *Deep Learning*, Sistem Deteksi, Sistem Perhitungan Otomatis, YOLOv5

IMPLEMENTATION OF YOLO V5 FOR AUTOMATIC DETECTION AND COUNT OF FRUIT FLIES ON SALAK PLANTS

Indah Desri Wahyuni

ABSTRACT

Mitra Turindo Farmer Group in Sleman, Yogyakarta, is a community of salak farmers and the largest exporter in the region that is facing the challenge of fruit fly infestation. As part of the export procedure, weekly reporting is done to determine the distribution of fruit flies based on the number of catches. However, the process of manually counting fruit flies is very time-consuming, which many farmers are reluctant to do. This study aims to develop an automated system that can detect and count the number of fruit flies using deep learning methods. This research uses a primary dataset consisting of 6,156 images collected directly from the farmland of Mitra Turindo Farmer Group. The dataset is divided into two types, namely internal datasets collected independently and external datasets obtained from farmer reports. The annotation process is done with two classes of labels: "0" for clumped fly images and '1' for individual flies. Preprocessing steps included file format conversion, resizing, and splitting the dataset. The performance of the YOLOv5s model for object detection on the internal dataset resulted in a precision (P) value of 0.655, recall (R) of 0.582, and mAP@0.5 of 0.619. While on the external dataset, the P value is 0.421, R 0.365, and mAP@0.5 0.343. The counting object evaluation metric on the internal dataset produces an Average Detection Accuracy (ADA) value of 0.848, Average Precision (AP) of 0.822, F1-Score of 0.83, and Mean Absolute Error (MAE) of 5.421. On the external dataset, the ADA value is 0.8148, AP is 0.7676, F1-Score is 0.8454, and MAE is 2.33. The prediction time on Google Colab for internal datasets averaged 11.42 ms and 10.56 ms for external datasets. Although there is a difference in prediction time, this difference is still within reasonable limits, which shows that this model has good performance, is efficient, and lightweight, making it suitable for use in real-time applications.

Keywords: *Salak Fruit Fly, Automatic Counting System, Deep Learning, Detection System, YOLOv5*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Batasan Penelitian	8
1.4 Tujuan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Penelitian terdahulu	11
2.1.1 YOLOv5, YOLO-X, YOLO-R, YOLOv7 Performance Comparison: A Survey	11
2.1.2 A Vision-Based Counting and Recognition System for Flying Insects in Intelligent Agriculture	13
2.1.3 Smart insect monitoring based on YOLOV5 case study: Mediterranean fruit fly <i>Ceratitis capitata</i> and Peach fruit fly <i>Bactrocera zonata</i>	14
2.1.4 A Smart Trap for Counting Olive Moths Based on the Internet of Things and Deep Learning	15
2.1.5 A Deep-Learning Approach for Automatic Counting of Soybean Insect Pests	16

2.2	Tinjauan Teori	17
2.2.1	Lalat Buah Salak	17
2.2.2	Gejala Salak Busuk	19
2.2.3	Trapping	22
2.2.4	Deep Learning	22
2.2.5	Object Detection	24
2.2.6	Object Counting	25
2.2.7	YOLOv5s	26
2.2.8	Deteksi dan Perhitungan Sistem	28
2.3	Simpulan	29
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	31
3.1	Metode Penelitian	31
3.2	Studi <i>Literature</i>	31
3.3	Arsitektur Sistem Deteksi dan Hitung Otomatis Lalat Buah	32
3.4	Pengumpulan dan Pemrosesan Dataset	32
3.4.1	Pengumpulan <i>Dataset</i>	33
3.4.2	Anotasi Gambar	36
3.5	<i>Preprocessing</i>	37
3.6	<i>Training Model YOLOv5</i>	38
3.6.1	Arsitektur YOLOv5	39
3.6.2	Pengaturan Hyperparameter	40
3.7	<i>Metric Evaluation</i>	42
3.7.1	<i>Metric Evaluation</i> untuk Deteksi Objek	42
3.7.2	<i>Metric Evaluation</i> untuk Counting Objek	43
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	45
4.1	Spesifikasi Sistem	45
4.2	Implementasi Sistem	45
4.2.1	<i>Konvert HEIC ke JPG file</i>	45
4.2.2	Proses Anotasi Dataset	46
4.2.3	<i>Preprocessing</i> Dataset	47
4.2.4	Implementasi <i>Object Detection</i>	48
4.2.5	Implementasi <i>Object Counting</i>	53

4.3	Hasil dan Analisis Deteksi Objek.....	55
4.3.1	<i>Training dan Validation</i>	55
4.3.2	Testing.....	60
4.4	Hasil dan Analisis <i>Counting</i> Objek.....	62
4.5	Hasil dan Analisis Kecepatan Prediksi Model.....	65
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	68
5.1	Simpulan.....	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		75

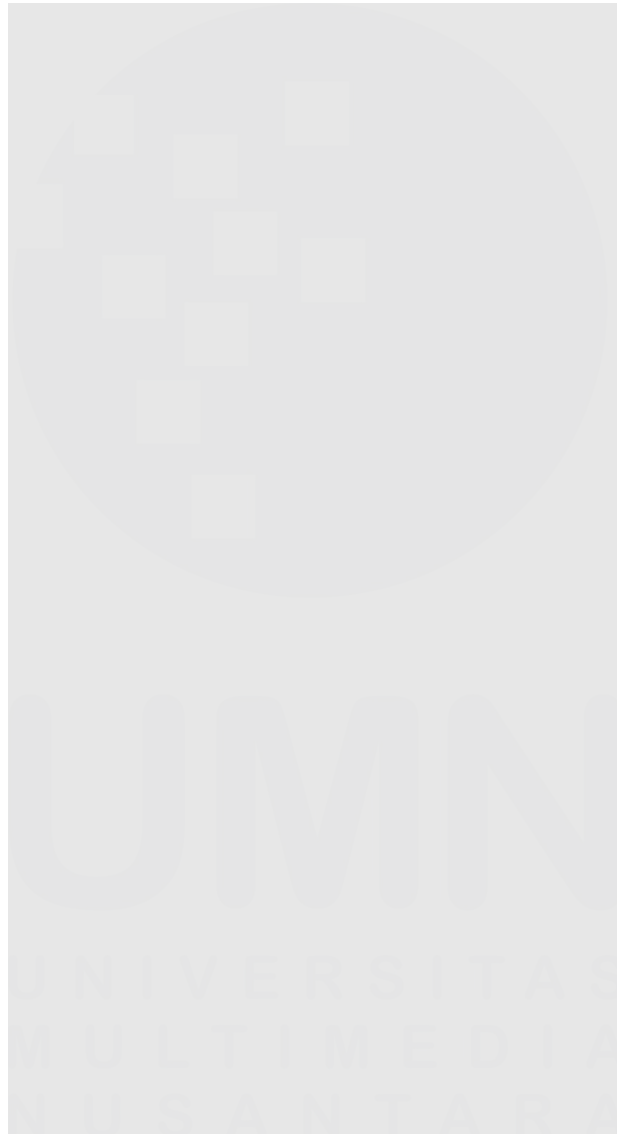
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Arsitektur YOLOv5, YOLO-X, YOLO-R, dan YOLOv7	11
Tabel 3. 1 Perangkat yang Digunakan	34
Tabel 3. 2 Pengaturan <i>Hyperparameter</i>	41
Tabel 4. 1 Evaluasi <i>Metric Object Detection Training dan Validation</i>	57
Tabel 4. 2 <i>Metric</i> Evaluasi <i>Object Detection Testing</i>	60
Tabel 4. 3 <i>Metric</i> Evaluasi <i>Object Counting</i>	63
Tabel 4. 4 Perbandingan Kecepatan Prediksi	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Ekspor Salak [2, 3, 4, 5, 6]	1
Gambar 1. 2 Tampilan Salak yang Terkontaminasi.....	3
Gambar 1. 3 Perangkat Lalat Buah	4
Gambar 1. 4 Proses Perhitungan Manual	5
Gambar 2. 1 Tanaman Salak Pondoh.....	18
Gambar 2. 2 Lalat Buah	19
Gambar 2. 3 Bagian Tubuh Lalat Buah.....	20
Gambar 2. 4 Tampilan Luar Salak Gejala Lalat Buah	20
Gambar 2. 5 Tampilan Dalam Salak Gejala Lalat Buah.....	21
Gambar 2. 6 Trapping Lalat Buah.....	22
Gambar 2. 7 Algoritma Deteksi Objek.....	24
Gambar 2. 8 CSPNet Model Structure.....	27
Gambar 3. 1 Diagram Tahapan Penelitian	31
Gambar 3. 2 Diagram Arsitektur Sistem secara General	32
Gambar 3. 3 Alur Pengumpulan dan Pemrosesan Dataset.....	33
Gambar 3. 4 Proses Pengambilan Dataset.....	35
Gambar 3. 5 Dataset Lalat Buah	35
Gambar 3. 6 Keberagaman Dataset.....	36
Gambar 3. 7 Bagian Toraks yang Diidentifikasi sebagai Lalat Buah	37
Gambar 3. 8 Dataset dengan Label 0	37
Gambar 3. 9 <i>Preprocessing</i> Dataset.....	38
Gambar 3. 10 Arsitektur YOLOv5 [32]	40
Gambar 3. 11 Skema Pengujian Model.....	42
Gambar 4. 1 Konversi Format .HEIC ke .JPG	46
Gambar 4. 2 Tampilan Gambar Hasil Anotasi.....	47
Gambar 4. 3 Potongan Kode Instalasi Model YOLOv5	49
Gambar 4. 4 Potongan Kode <i>Import Dataset</i>	49
Gambar 4. 5 <i>File data.yaml</i>	50
Gambar 4. 6 Kode <i>Training Dataset</i>	50
Gambar 4. 7 Potongan Kode Validasi.....	51
Gambar 4. 8 <i>Update File data.yaml (Dataset Internal)</i>	52
Gambar 4. 9 <i>Update File data.yaml (Dataset Eksternal)</i>	52
Gambar 4. 10 Potongan Kode Testing <i>Dataset Internal</i>	52
Gambar 4. 11 Potongan Kode Testing <i>Dataset Eksternal</i>	52
Gambar 4. 12 Potongan Kode untuk Deteksi Objek.....	52
Gambar 4. 13 Potongan Kode <i>Counting Object</i>	53
Gambar 4. 14 <i>Flowchart Algoritma Counting Object</i>	54
Gambar 4. 15 <i>Batch Training</i>	55
Gambar 4. 16 <i>Batch Validasi</i>	55
Gambar 4. 17 Grafik <i>Loss</i> saat <i>Training</i> dan <i>Validation</i>	56
Gambar 4. 18 Grafik Metric Evaluasi	59

Gambar 4. 19 Distribusi Label.....	62
Gambar 4. 20 <i>Output Counting Object</i>	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran B.1 *Dataset* Internal

Lampiran B.2 *Dataset* Eksternal

