

**IMPLEMENTASI *FASTER* R-CNN DENGAN PENGgantian
ARSITEKTUR *BACKBONE* UNTUK DETEKSI TINGKAT
INTENSITAS PENYAKIT PADA TANAMAN KELAPA SAWIT**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

CHRISTOPER JOHN ARANDA

00000065059

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

2025

**IMPLEMENTASI *FASTER* R-CNN DENGAN PENGgantian
ARSITEKTUR *BACKBONE* UNTUK DETEKSI TINGKAT
INTENSITAS PENYAKIT PADA TANAMAN KELAPA SAWIT**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

CHRISTOPER JOHN ARANDA

00000065059

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Christoper John Aranda
Nomor Induk Mahasiswa : 00000065059
Program Studi : Teknik Komputer
Skripsi dengan judul : Implementasi *Faster* R-CNN dengan Penggantian
Arsitektur *Backbone* untuk Deteksi Tingkat
Intensitas Penyakit pada Tanaman Kelapa Sawit

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.

Tangerang, 25 Juni 2025



Christoper John Aranda

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan Judul

Implementasi *Faster* R-CNN dengan Penggantian Arsitektur *Backbone* untuk
Deteksi Tingkat Intensitas Penyakit pada Tanaman Kelapa Sawit

Oleh

Nama : Christoper John Aranda
NIM : 00000065059
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik dan Informatika

Telah disetujui untuk diajukan pada

Sidang Ujian Tugas Akhir Universitas Multimedia Nusantara

Tangerang, 25 Juni 2025

Pembimbing



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

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Samuel Hutagalung, M. T. I.
NIDN.0304038902

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul
IMPLEMENTASI *FASTER* R-CNN DENGAN PENGGANTIAN ARSITEKTUR
BACKBONE UNTUK DETEKSI TINGKAT INTENSITAS PENYAKIT PADA
TANAMAN KELAPA SAWIT

Oleh

Nama : Christoper John Aranda
NIM : 00000065059
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik dan Informatika

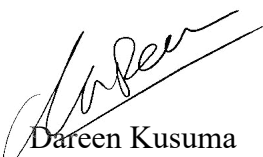
Telah diujikan pada hari Selasa, 8 Juli 2025

Pukul 15.00 s.d 17.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


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

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

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christoper John Aranda
NIM : 00000065059
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Implementasi *Faster* R-CNN dengan
Penggantian Arsitektur *Backbone* untuk
Deteksi Tingkat Intensitas Penyakit pada
Tanaman Kelapa Sawit

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☒ 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, 8 Juli 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Aranda', with a large, sweeping loop at the end.

(Christoper John Aranda)

* 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, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul: “Implementasi *Faster* R-CNN dengan Penggantian Arsitektur *Backbone* untuk Deteksi Tingkat Intensitas Penyakit pada Tanaman Kelapa Sawit”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan tugas akhir ini. Tanpa dukungan tersebut, penulisan laporan ini akan sangat sulit untuk diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Mengucapkan terima kasih

1. Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik & Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel Hutagalung, M.T.I, selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Dr. Supiyanto, SP, M.Sc., sebagai Dosen ahli/ekspertis dalam penelitian ini
6. Keluarga saya tercinta yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Cesyilia Carolyne, S.I.Kom, yang selalu memberikan semangat dan mendukung hingga tugas akhir ini selesai.

8. Gilbert Zaini, S.T., dan Indah Desri Wahyuni, S.T., yang telah memberikan dukungan dan banyak mengajarkan saya tentang Machine Learning.
9. Teman-teman saya, Bintang, Richard, Mahdi Michael, Sinung, Dzaky, Kelly, Vania, David, Juan, Christoforus, Nanda, yang telah memberikan dukungan moral selama proses penulisan tugas akhir.
10. Tim kebanggaan Real Madrid FC, pengisi akhir pekan yang selalu ditunggu.
11. Tim saya Infinite FC, yang selalu ada untuk berbagi tawa, semangat, dan perjuangan selama masa kuliah ini.

Penulis berharap karya ilmiah ini dapat dijadikan sebagai referensi dan bahan pembelajaran yang bermanfaat bagi para pembaca. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap setiap masukan, kritik, dan saran dari berbagai pihak guna memperbaiki dan menyempurnakan karya-karya serupa di masa yang akan datang. Tangerang,

Tangerang, 25 Juni 2025



(Christoper John Aranda)

IMPLEMENTASI *FASTER* R-CNN DENGAN PENGgantian ARSITEKTUR *BACKBONE* UNTUK DETEKSI TINGKAT INTENSITAS PENYAKIT PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

(Christoper John Aranda)

ABSTRAK

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan komoditas utama dalam industri minyak nabati yang produktivitasnya dapat menurun akibat serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*). Penyakit ini mengganggu proses fotosintesis dan berdampak langsung pada penurunan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi intensitas penyakit garis kuning pada tanaman kelapa sawit menggunakan algoritma *Faster* R-CNN berbasis *deep learning*. Data citra diperoleh melalui *drone* DJI Air 2S, kemudian dilakukan pelabelan menggunakan aplikasi Roboflow ke dalam empat kelas: sehat, ringan, sedang, dan berat. Untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas pada dataset, diterapkan metode *undersampling* terhadap kelas mayoritas dan augmentasi terhadap kelas minoritas menggunakan pustaka *Albumentations*. Proses pelatihan model dilakukan dengan empat variasi *backbone*, dan berdasarkan hasil evaluasi, model dengan *backbone* ResNet-50-FPN-V2 menunjukkan performa terbaik berdasarkan metrik *F1-Score*, *mAP*, *Precision*, *Recall*, dan *IoU*. Proses evaluasi juga menunjukkan bahwa model mampu melakukan inferensi terhadap citra *drone* dengan hasil yang akurat dan sesuai dengan *ground truth*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem deteksi berbasis *Faster* R-CNN dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan pemupukan yang lebih tepat berdasarkan tingkat keparahan penyakit. Dengan demikian, sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk serta membantu petani dalam menjaga produktivitas tanaman secara optimal.

Kata kunci: kelapa sawit, deteksi penyakit, *Faster* R-CNN, *deep learning*, ResNet50FPNV2

IMPLEMENTATION OF FASTER R-CNN WITH BACKBONE ARCHITECTURE REPLACEMENT FOR DISEASE INTENSITY LEVEL DETECTION IN OIL PALM PLANTS

(Christoper John Aranda)

ABSTRACT (English)

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq) is a major commodity in the vegetable oil industry, whose productivity can decline due to yellow stripe disease (patch yellow). This disease disrupts photosynthesis and directly impacts crop yields. This study aims to develop a detection and classification system for the intensity of yellow stripe disease in oil palm trees using the Faster R-CNN algorithm based on deep learning. Image data were collected using a DJI Air 2S drone and labeled using the Roboflow application into four classes: healthy, mild, moderate, and severe. To address class imbalance in the dataset, undersampling was applied to the majority class and augmentation was performed on the minority classes using the Albumentations library. The model was trained using four different backbones, and evaluation results showed that the ResNet-50-FPN-V2 backbone achieved the best performance based on F1-Score, mAP, Precision, Recall, and IoU metrics. The evaluation also demonstrated that the model was able to perform inference on drone imagery with accurate results consistent with the ground truth. The findings of this research show that the Faster R-CNN-based detection system can serve as a useful tool for assisting farmers in making more precise fertilization decisions based on disease severity levels. Therefore, this system has the potential to improve fertilizer efficiency and help maintain optimal crop productivity.

Keywords: *oil palm, disease detection, Faster R-CNN, deep learning, ResNet50FPNV2*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT (English)</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian	7
1.3 Batasan Penelitian	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Penelitian Terdahulu	11
2.1.1 <i>Comparison of CNN-Based Architectures for Detection of Different Object Classes</i>	11
2.1.2 <i>Handling Class Imbalance in Intrusion Detection Dataset Using Undersampling and Oversampling Techniques</i>	11
2.1.3 <i>Smart Agriculture Applications Using Deep learning Technologies: A Survey</i>	12
2.1.4 <i>Assessing the Impact of Deep learning on Grey Urban Infrastructure Systems: A Comprehensive Review</i>	13
2.1.5 <i>Image Augmentation in Agriculture Using the Albumentations Library</i>	14

2.1.6	<i>Rethinking Object detection Framework through the Lens of Proposal Refinement</i>	15
2.2	Tinjauan Teori	16
2.2.1	Penyakit Garis Kuning.....	16
2.2.2	Pemupukan.....	18
2.2.3	<i>Deep learning</i>	18
2.2.4	<i>Object detection</i>	20
2.2.5	<i>Faster R-CNN</i>	21
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	24
3.1	Metode Penelitian.....	24
3.2	Perancangan Modul.....	24
3.2.1	Perancangan Sistem Deteksi dan Identifikasi Intensitas Penyakit Garis Kuning.....	24
3.2.2	Pengumpulan Dataset	25
3.2.3	<i>Labeling Data</i>	26
3.2.4	<i>Preprocessing Data</i>	29
3.2.5	<i>Training Model</i>	30
3.2.6	Evaluasi Performa Model	32
3.2.7	Pengujian Inferensi pada Sampel Gambar.....	34
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	36
4.1	Spesifikasi Sistem	36
4.1.1	Spesifikasi Hardware Laptop Penulis	36
4.1.2	Spesifikasi <i>Hardware</i> Google Colab	36
4.1.3	Spesifikasi <i>Drone DJI Air 2s</i>	36
4.2	Implementasi Sistem	37
4.2.1	Proses Pengumpulan Dataset.....	37
4.2.2	Proses <i>Labeling</i> Dataset.....	40
4.2.3	Proses Preprocess Dataset.....	47
4.2.4	Proses <i>Training</i> Model.....	55
4.2.5	Evaluasi Model	58
4.2.6	Proses Inferensi.....	59

4.3 Hasil dan Analisis Pengujian Sistem.....	62
4.3.1 <i>Learning curve</i>	62
4.3.2 <i>Evaluation Metrics</i>	65
4.3.3 Evaluasi Perkelas	67
4.3.4 Hasil Inferensi	68
4.3.5 Rencana Implementasi dan Limitasi	72
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1 Simpulan	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Hyperparameter training model</i>	30
Tabel 4.1 Jumlah data sebelum dan sesudah <i>preprocessing</i>	48
Tabel 4.2 <i>Metric evaluasi model</i>	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Volume dan Nilai Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia (2013-2023).....	1
Gambar 1.2 Tanaman Kelapa Sawit yang Terserang Penyakit Garis Kuning (<i>patch yellow</i>).....	2
Gambar 2.1 Tanaman Kelapa Sawit yang Terserang Penyakit Garis Kuning	17
Gambar 2.2 Pupuk yang Sudah diaplikasikan.....	18
Gambar 2.3 Algoritma <i>Object detection</i>	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Alur Pengumpulan Dataset.....	25
Gambar 3.3 Gambar sebelum dianotasi	27
Gambar 3.4 Gambar setelah dianotasi	27
Gambar 3.5 Proses inferensi gambar asli.....	35
Gambar 4.1 Tampilan awal aplikasi <i>DroneLink</i>	37
Gambar 4.2 Opsi <i>mapping</i> pada aplikasi <i>DroneLink</i>	38
Gambar 4.3 Pembuatan <i>mapping</i> plan	38
Gambar 4.4 Proses <i>mapping</i>	39
Gambar 4.5 Tampilan awal Roboflow	40
Gambar 4.6 Halaman untuk membuat dataset	41
Gambar 4.7 Halaman untuk mengunggah data	41
Gambar 4.8 Tampilan dataset pada Roboflow	42
Gambar 4.9 Tampilan opsi Annotate	42
Gambar 4.10 Tampilan halaman Unassigned	43
Gambar 4.11 Tampilan halaman <i>Annotating</i>	43
Gambar 4.12 Tampilan proses anotasi	44
Gambar 4.13 Tampilan data yang sudah dianotasi	44
Gambar 4.14 Tampilan untuk memindahkan data ke Dataset	45
Gambar 4.15 Tampilan halaman Dataset	45
Gambar 4.16 Tampilan halaman Version	46
Gambar 4.17 Tampilan untuk Create Dataset.....	46
Gambar 4.18 Tampilan untuk download dataset.....	47
Gambar 4.19 Tampilan untuk menentukan format dan <i>save file</i>	47
Gambar 4.20 Kode untuk membaca dan menghitung kelas.....	49
Gambar 4.21 Fungsi untuk memenuhi target kelas dan salin	50
Gambar 4.22 Hasil <i>Undersampling</i> kelas mayoritas.....	50
Gambar 4.23 Fungsi transformasi augmentasi.....	51
Gambar 4.24 Fungsi untuk menghitung label.....	52
Gambar 4.25 Jumlah label setelah augmentasi	52
Gambar 4.26 Fungsi untuk menggabungkan dua <i>folder</i>	53
Gambar 4.27 Hasil penggabungan <i>undersampling</i> dan augmentasi	53
Gambar 4.28 Fungsi untuk menghitung dataset asli dan gabungan.....	54
Gambar 4.29 Fungsi untuk visualisasi dataset dalam diagram	54
Gambar 4.30 Visualisasi distribusi label.....	55
Gambar 4.31 Potongan Kode Split Data	55

Gambar 4.32 Inisialisasi dataset, train, val, dan test	56
Gambar 4.33 Inisialisasi data loader	57
Gambar 4.34 Inisialisasi model.....	57
Gambar 4.35 Proses training model	58
Gambar 4.36 Potongan kode menampilkan hasil metrik evaluasi	59
Gambar 4.37 Proses load model hasil pelatihan	59
Gambar 4.38 Pemanggilan fungsi <code>evaluate_model()</code>	59
Gambar 4.39 Potongan kode untuk inferensi pada test dataset.....	60
Gambar 4.40 Hasil Inferensi pada test dataset	60
Gambar 4.41 Fungsi inferensi terhadap gambar asli.....	61
Gambar 4.42 Hasil inferensi pada gambar tangkapan <i>drone</i>	61
Gambar 4.43 <i>Learning curve</i> dari masing-masing model.....	62
Gambar 4.44 Fungsi <i>early stopping</i> yang ter-trigger.....	64
Gambar 4.45 Hasil evaluasi perkelas	67
Gambar 4.46 Hasil inferensi pada test dataset	68
Gambar 4.47 Hasil inferensi pada gambar hasil tangkapan <i>drone</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Turnitin	80
Lampiran B. Konsultasi Bimbingan.....	88