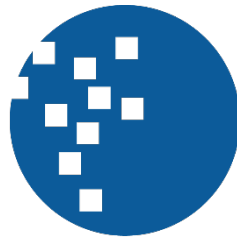


IMPLEMENTASI UNET++ UNTUK SEGMENTASI PETA

KAWASAN KEBUN SALAK



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Gilbert Zaini

00000056145

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

2025

IMPLEMENTASI UNET++ UNTUK SEGMENTASI PETA

KAWASAN KEBUN SALAK



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Gilbert Zaini

00000056145

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

TANGERANG

2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Gilbert Zaini
NIM : 00000056145
Program studi : Teknik Komputer

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:
Implementasi UNet++ untuk Segmentasi Peta Kawasan Kebun 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, 5 Desember 2024



(Gilbert Zaini)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul
Implementasi UNet++ untuk Segmentasi Peta Kawasan Kebun Salak

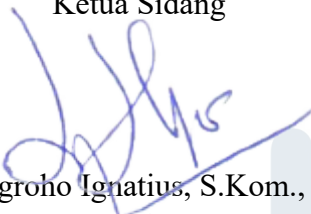
Oleh

Nama : Gilbert Zaini
NIM : 00000056145
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik dan Informatika

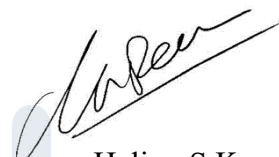
Telah diujikan pada hari Rabu, 8 Januari 2025
Pukul 09.00 s.d 11.00 dan dinyatakan
LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang


Hargyo Tri Nugroho Ignatius, S.Kom., M.Sc, Ph.D.
0317048101

Penguji


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

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 dibawah ini:

Nama : Gilbert Zaini
NIM : 00000056145
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Implementasi UNet++ untuk Segmentasi
Peta Kawasan Kebun Salak

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, 5 Desember 2024



(Gilbert Zaini)

* 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 Syukur atas selesainya penulisan Tugas Akhir ini dengan judul: “Implementasi UNet++ untuk Segmentasi Peta Kawasan Kebun Salak” yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Komputer pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan magang ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., 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 Samuel Hutagalung, M.T.I., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Multimedia Nusantara.
4. Ibu Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T., sebagai pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman saya yang telah memberikan dukungan moral selama proses penulisan tugas akhir

Semoga karya ilmiah ini dapat menjadi acuan, dan bahan pembelajaran, serta mampu memberikan informasi kepada pembaca. Selain itu, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis terbuka dengan segala masukan, kritik, ataupun saran dari berbagai pihak sehingga penulis dapat membuat karya serupa dengan lebih baik di masa depan.

Tangerang, 5 Desember 2024



Gilbert Zaini



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

IMPLEMENTASI UNET++ UNTUK SEGMENTASI PETA

KAWASAN KEBUN SALAK

Gilbert Zaini

ABSTRAK

Salak merupakan buah asli Indonesia yang sangat diminati di luar negeri dan berhasil membuatnya menjadi salah satu komoditas ekspor utama Indonesia. Dalam pengeksportan salak, ditetapkan standar yang sangat ketat, terutama terkait dengan hama seperti lalat buah. Pada 2024, Cina sempat menangguhkan impor salak dari Indonesia karena ditemukan lalat buah di antara salak yang diimpor. Untuk mengendalikan populasi lalat buah, strategi AW-IPM (*Area-Wide Integrated Pest Management*) yang memanfaatkan peta GIS dapat digunakan. Kebun salak yang letaknya tersebar di beberapa daerah mengakibatkan dibutuhkan ketelitian yang tinggi dalam pemisahannya. Untuk mempermudah proses pemisahan tersebut, model *machine learning* dapat digunakan untuk melakukan segmentasi kawasan kebun salak dengan akurat, untuk mencegah adanya kebun yang terlewat dan kemudian membuat AW-IPM tidak efektif. Pada penelitian ini, dilakukan *mapping* dengan *drone* pada kawasan kebun salak yang dikelola Paguyuban Mitra Turindo, yang kemudian berfungsi sebagai dataset. Seluruh data yang didapatkan lalu dianotasi, di-*crop* menggunakan metode *patch crop* menjadi beberapa gambar beresolusi 256×256 piksel, dan dibagi dengan rasio 70-15-15. Model segmentasi yang digunakan menggunakan basis arsitektur UNet++ dengan konfigurasi *backbone* EfficientNetB0, Xception, dan MobileNetV2. beserta *pretrained weights* ImageNet dan None. 6 model yang dihasilkan kemudian dievaluasi terhadap *test dataset* menggunakan metrik *dice coefficient*, IoU, *accuracy*, *precision*, *recall*, dan juga *training graph* untuk mendapatkan model terbaik. Hasilnya, model dengan konfigurasi *backbone* MobileNetV2 dan *pretrained weights* ImageNet menghasilkan performa terbaik, dengan nilai Precision sebesar 0.8207, IoU sebesar 0.7747, dan *dice coefficient* senilai 0.8361. Model tersebut kemudian digunakan dalam pengujian inferensi terhadap *test dataset* dan gambar tangkapan *drone*, yang merefleksikan kemampuannya dalam mengenali kawasan kebun salak dalam skenario nyata dengan performa yang baik.

Kata kunci: Segmentasi, *Machine Learning*, UNet++, *Drone Mapping*, AW-IPM

IMPLEMENTATION OF UNET++ FOR SNAKEFRUIT PLANTATION MAP SEGMENTATION

Gilbert Zaini

ABSTRACT (English)

Snakefruit is a fruit native to Indonesia that has a very high demand overseas, making it become a main export commodity for Indonesia. In exporting snakefruit, a strict standard is applied, especially related to pests such as fruit flies. In 2024, China suspended the snakefruit import from Indonesia temporarily, because some fruit flies are discovered among the imported snakefruits. In order to control the fruit flies population, AW-IPM (Area-Wide Integrated Pest Management) method that utilizes GIS maps can be used. The location of snakefruit farms are spread throughout a certain area, resulting in the need of high accuracy to distinguish. To ease the segmentation process, a machine learning model can be used to segment the farms accurately, preventing any skipped farm. In this research, drone was used to collect data from the farms managed by Paguyuban Mitra Turindo, which is then used as the dataset. The data are then annotated, cropped with patch crop method into multiple 256×256 pixels images, and split with 70-15-15 ratio. The segmentation models used are based on the UNet++ architecture with EfficientNetB0, Xception, and MobileNetV2 backbones, and 2 pretrained weights configurations, which are ImageNet and None. 6 models are generated as result of those configurations, which are then evaluated to the test dataset with dice coefficient, IoU, accuracy, precision, recall as the evaluation metric, along with each model's learning curve to determine the best model configuration. From the result, the model trained with MobileNetV2 backbone and ImageNet pretrained weights produced the best result, with 0.8207 Precision, 0.7747 IoU and 0.8361 dice coefficient. That model is then used in the to do inference on the test dataset and the drone captured images, which reflects its ability to segment the farms accurately.

Keywords: *Segmentation, Machine Learning, UNet++, Drone Mapping, AW-IPM,*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT (English)	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Tinjauan Teori.....	10
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	20
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Perancangan Modul	20
3.2.1 Pengumpulan Dataset.....	20
3.2.2 Pelabelan Data	21
3.2.3 <i>Preprocessing</i> Data.....	23
3.2.4 Pelatihan Model	23
3.2.5 Evaluasi Model.....	24
3.2.2 Pengujian Inferensi pada Sampel Gambar	27
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	29
4.1 Spesifikasi Sistem	29
4.1.1 Spesifikasi Hardware Laptop Penulis.....	29
4.1.2 Spesifikasi Hardware Google Colab	29
4.2 Implementasi Sistem	30
4.2.1 Proses Pengumpulan Dataset	30
4.2.2 Proses Labeling Dataset	32

4.2.3	Proses Preprocess Dataset.....	35
4.2.4	Proses Pelatihan Model.....	38
4.2.5	Evaluasi Model.....	41
4.2.6	Percobaan Inferensi.....	42
4.3	Hasil dan Analisis Pengujian Sistem	44
4.3.1	Learning Curve.....	44
4.3.2	Evaluation Metrics	48
4.3.3	Hasil Inferensi.....	49
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Simpulan	56
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN.....		61



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Arsitektur <i>baseline model</i> EfficientNet.....	13
Tabel 2.2 Arsitektur MobileNetV2	18
Tabel 2.3 <i>Bottleneck residual block</i> pada MobileNetV2	18
Tabel 3.1 <i>Hyperparameter</i> pelatihan model	24
Tabel 4.1 <i>Metric</i> pengujian model	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur UNet++	12
Gambar 2.2 <i>Compound model scaling</i> pada keluarga model EfficientNet.....	15
Gambar 2.3 Arsitektur model Inception.....	16
Gambar 2.4 Arsitektur model Xception	16
Gambar 2.5 Detail arsitektur model Xception	17
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	20
Gambar 3.2 Alur pengumpulan dataset.....	21
Gambar 3.3 Gambar sebelum dianotasi	22
Gambar 3.4 Gambar setelah dianotasi	23
Gambar 3.5 Proses inferensi gambar beresolusi tinggi.....	27
Gambar 4.1 Tampilan awal DroneLink	30
Gambar 4.2 Pemilihan pemetaan pada DroneLink	30
Gambar 4.3 Pembuatan <i>mapping plan</i>	31
Gambar 4.4 Tampilan <i>mapping mission</i>	31
Gambar 4.5 Tampilan awal Darwin	32
Gambar 4.6 Unggah data pada Darwin	33
Gambar 4.7 Tampilan dataset pada Darwin	33
Gambar 4.8 Gambar sebelum anotasi	34
Gambar 4.9 Gambar yang telah dianotasi.....	34
Gambar 4.10 Pembuatan <i>export</i> pada Darwin	35
Gambar 4.11 Unduh hasil anotasi dataset.....	35
Gambar 4.12 Pembacaan seluruh file dan pemotongan gambar asli	36
Gambar 4.13 Pemotongan gambar anotasi.....	37
Gambar 4.14 Konfigurasi <i>patch</i> , deklarasi direktori, dan pemanggilan fungsi	37
Gambar 4.15 Hasil <i>patch crop</i> pada gambar asli	37
Gambar 4.16 Hasil <i>patch crop</i> pada gambar anotasi	38
Gambar 4.15 <i>Global variable</i> untuk proses training.....	38
Gambar 4.16 <i>Data splitting</i>	39
Gambar 4.17 Inisialisasi dataset train, val, dan test	39
Gambar 4.18 Inisialisasi <i>data loader</i>	40
Gambar 4.19 Inisialisasi model.....	40
Gambar 4.20 Proses <i>training</i> model.....	41
Gambar 4.21 Menampilkan metrik <i>training</i>	41
Gambar 4.22 <i>Load</i> model terbaik.....	41
Gambar 4.23 Melakukan pengujian pada <i>dataset test</i>	42
Gambar 4.24 Menampilkan hasil inferensi pada dataset <i>test</i>	42
Gambar 4.25 Fungsi HiResInference	43
Gambar 4.26 Pemanggilan HiResInference	43
Gambar 4.27 Penggabungan hasil prediksi	43
Gambar 4.27 Plot hasil prediksi	44

Gambar 4.29 Plot gambar tangkapan drone dan hasil prediksi.....	44
Gambar 4.29 <i>Learning curve</i> dari setiap model.....	45
Gambar 4.30 Fungsi <i>early stopping</i> yang ter-trigger.....	47
Gambar 4.31 Hasil inferensi terhadap <i>test dataset</i>	50
Gambar 4.32 Hasil inferensi terhadap perkebunan salak di daerah pemukiman ..	52
Gambar 4.33 Hasil inferensi terhadap perkebunan salak dengan sejumlah pohon lain di antaranya	53
Gambar 4.34 Hasil inferensi terhadap perkebunan salak yang berbatasan dengan kawasan persawahan	54



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1 Rumus F1 Score.....	26
Rumus 3.2 Rumus IoU.....	26
Rumus 3.3 Rumus Precision	26
Rumus 3.4 Rumus Recall.....	27



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Form Bimbingan Skripsi.....	61
Lampiran B. Hasil Pengecekan Turnitin.....	63



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA