

**SIMULASI *HEADING QUADCOPTER DRONE* DALAM
PEMANTAUAN POSISI LUMBA-LUMBA PADA
CITRA UAV BERBASIS U-NET**



OLEH

PUTU ZASYA EKA SATYA NUGRAHA

NIM 1915051024

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2023

**SIMULASI *HEADING QUADCOPTER DRONE* DALAM
PEMANTAUAN POSISI LUMBA-LUMBA PADA
CITRA UAV BERBASIS U-NET**

SKRIPSI

Diajukan kepada

Universitas Pendidikan Ganesha

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Sarjana Pendidikan Teknik Informatika



Oleh

Putu Zasya Eka Satya Nugraha

NIM 1915051024

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2023

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS-TUGAS
DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. I Made Gede Suharya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198307252008011008


I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 199005152019031008

Skripsi oleh Putu Zasya Eka Satya Nugraha ini

telah dipertahankan di depan penguji

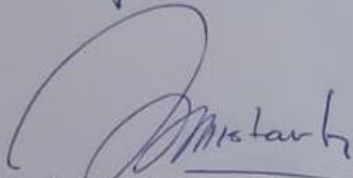
Pada tanggal 7 Maret 2023

Dewan Penguji,



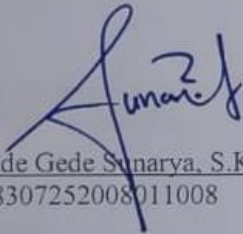
Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198211112008121001

(Ketua)



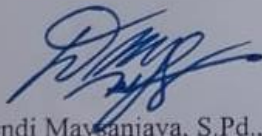
I Made Edy Listartha, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198608122019031005

(Anggota)



Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198307252008011008

(Anggota)



I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 199005152019031008

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan

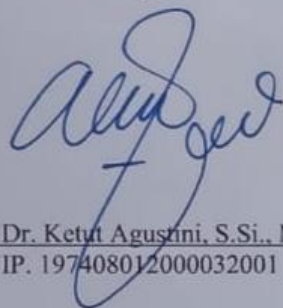
Pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 7 Maret 2023

Mengetahui,

Ketua Ujian,



Prof. Dr. Ketut Agustini, S.Si., M.Si.
NIP. 197408012000032001

Sekretaris Ujian,



Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng.
NIP. 198502152008122007

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Prof. Dr. Gede Sudirtha, S.Pd, M.Pd
NIP. 197106161996021001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul "**Simulasi Heading Quadcopter Drone dalam Pemantauan Posisi Lumba-Lumba pada Citra UAV Berbasis U-Net**" Beserta seluruh isinya adalah benar karya sendiri dan penulis tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada penulis apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya penulis ini, atau ada klaim terhadap keaslian karya penulis ini.

Singaraja, 7 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



Putu Zasya Eka Satya Nugraha
1915051024

MOTTO

“TERBANG UNTUK LUAS, BERJALAN UNTUK PAHAM”



PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Simulasi Heading Quadcopter Drone dalam Pemantauan Posisi Lumba-Lumba pada Citra UAV Berbasis U-Net.**” Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana pendidikan pada Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan baik berupa moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan.
2. Prof. Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun skripsi ini.
3. Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika.
4. Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng., selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Penguji I yang telah banyak memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. I Made Edy Listartha, S.Kom., M.Kom., selaku Penguji II yang telah banyak memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh *staff* dosen di lingkungan Jurusan Pendidikan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak memberikan bantuan dan

motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

9. Keluarga penulis, Bapak, Mamak, Angga, Ninik, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
10. Ketua Panitia *Social Event* pada Kepengurusan HMJ TI 2022/2023 yang setia menjadi *activator* dan *stabilizer* semangat dalam menyelesaikan studi, menemani dalam riang maupun nelangsa.
11. Para sahabat Penghuni *Laboratory of Network Intelligence* (Deon, Nova, Anton, Jepri, Budi, Bastian, Angga).
12. Keluarga besar VVIP *Research Group* yang senantiasa mengingatkan serta memberikan masukan sehingga penelitian ini selesai tepat pada waktunya.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Informatika yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan motivasi demi kelancaran proses penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan segala kritik maupun saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan.

Singaraja, 24 Februari 2023

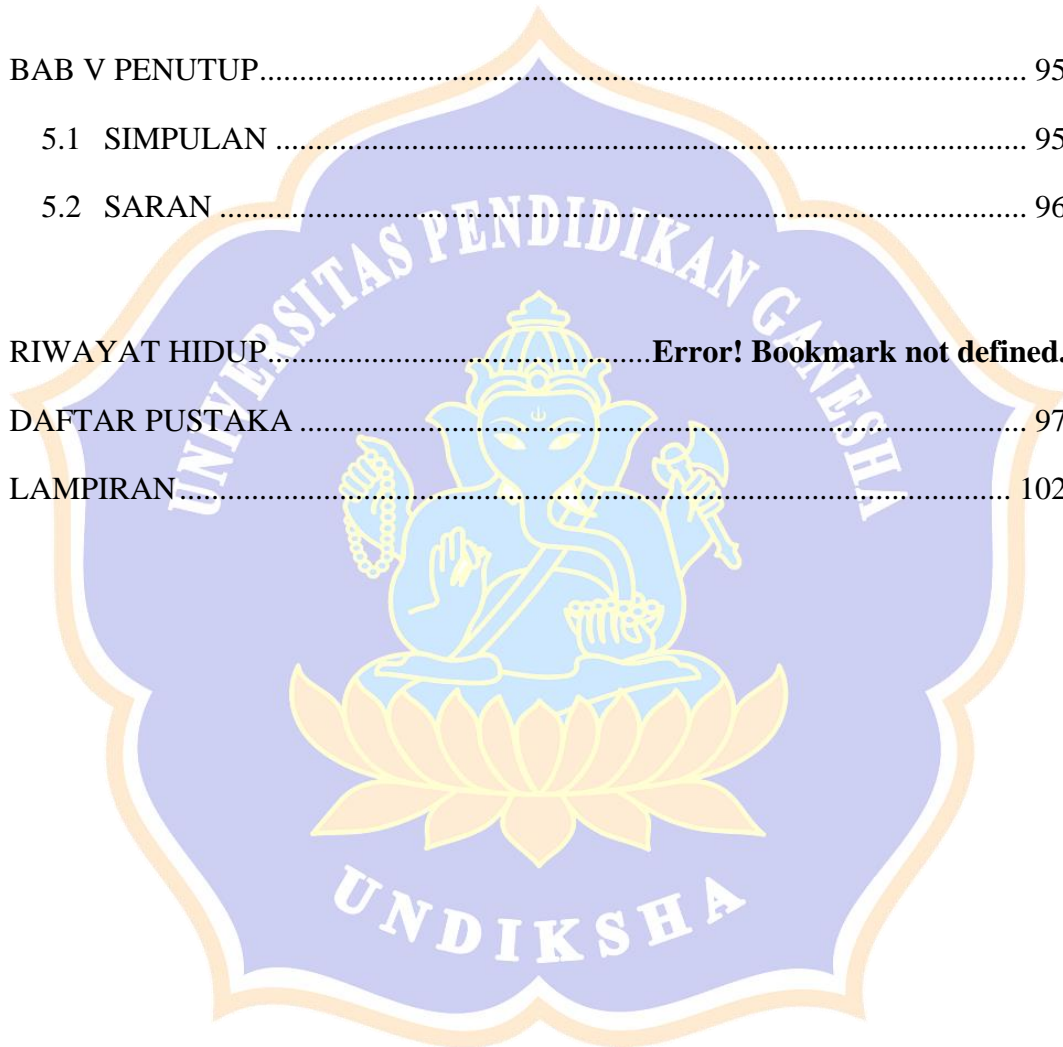
Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN.....	vi
PRAKATA.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	6
1.4 BATASAN MASALAH PENELITIAN.....	6
1.5 MANFAAT HASIL PENELITIAN.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.2 LANDASAN TEORI.....	12
2.2.1 Lumba-lumba.....	12
2.2.2 Pengolahan Citra Digital.....	13
2.2.3 Segmentasi Citra.....	16

2.2.4	Metode <i>Convolution Neural Network</i> (CNN)	18
2.2.5	Arsitektur U-Net	21
2.2.6	<i>Loss Function</i>	23
2.2.7	<i>Evaluation Metric</i>	24
2.2.8	<i>Drone</i> (UAV)	28
2.2.9	Gerakan <i>Quadcopter Drone</i> (UAV)	30
2.2.10	Simulasi	33
BAB III	METODE PENELITIAN	35
3.1	Finalisasi <i>Dataset</i>	36
3.1.1	Akuisisi Data	36
3.1.2	Ekstraksi <i>Frame</i> dan Data <i>Cleaning</i>	37
3.1.3	Frame Labeling dan Augmentasi	38
3.2	Data Preparation	45
3.2.1	Preprocessing	46
3.2.2	Pembagian <i>Subset</i>	47
3.3	Pembangunan Model Segmentasi	47
3.3.1	Inisialisasi Model Segmentasi	48
3.3.2	<i>Training</i> Model Segmentasi	49
3.3.3	Evaluasi Model Segmentasi	52
3.4	Pengaplikasian Model Segmentasi	54
3.4.1	Evaluasi Derajat Heading <i>Quadcopter Drone</i>	54
3.4.2	Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	58
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	70
4.1	HASIL DAN PENELITIAN	70

4.1.1	Finalisasi <i>Dataset</i>	70
4.1.2	<i>Data Preparation</i>	77
4.1.3	Pembangunan Model Segmentasi	79
4.1.4	Pengaplikasian Model Segmentasi.....	85
4.2	PEMBAHASAN	89
BAB V PENUTUP.....		95
5.1	SIMPULAN	95
5.2	SARAN	96
RIWAYAT HIDUP.....	Error! Bookmark not defined.	
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		102



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Anatomi Lumba-lumba	12
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Cahaya.....	13
Gambar 2.3 Operasi Dasar Citra Digital	14
Gambar 2.4. Operasi Tingkat Titik	15
Gambar 2.5 Operasi Tingkat Lokal.....	15
Gambar 2.6 Operasi Tingkat Global	16
Gambar 2.7 Segmentasi Semantik pada Citra.....	17
Gambar 2.8 Perbandingan <i>Instance Segmentation</i> dengan Kasus Citra lainnya ..	18
Gambar 2.9 Perbandingan <i>Max Pooling</i> dan <i>Average Pooling</i>	20
Gambar 2.10 <i>Fully Connected Layers</i>	20
Gambar 2.11 Jaringan Arsitektur U-Net.....	21
Gambar 2.12 <i>Fixed Wing Aircraft Pusher</i>	29
Gambar 2.13 Multi-rotor atau Multi-copter	30
Gambar 2.14 Arah Gerakan Multi-rotor	32
Gambar 2.15 <i>Heading Quadcopter Drone</i>	33
Gambar 2.16 Contoh Simulasi Lengan Robot	34
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	35
Gambar 3.2 Alur Finalisasi <i>Dataset</i>	36
Gambar 3.3 Arah Pengambilan Data	37
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Ekstraksi <i>Frame</i>	38
Gambar 3. 5 Empat Perilaku Berenang Lumba-lumba	39
Gambar 3.6 Contoh Citra Original dan <i>Ground Truth</i>	40
Gambar 3.7 Tahapan <i>Data Preparation</i>	46
Gambar 3.8 Komposisi pembagian <i>subset</i>	47
Gambar 3.9 Model Segmentasi dengan Arsitektur U-Net	49
Gambar 3.10 Contoh Kasus Evaluasi dari Segmentasi Semantik Citra.....	52
Gambar 3.11 Skema Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	55
Gambar 3.12 Desain Antarmuka Aplikasi Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	57

Gambar 3.13 Diagram <i>Activity Browse</i> Aplikasi Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	57
Gambar 3.14 Diagram <i>Activity Proses</i> Aplikasi Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	58
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> Penentuan <i>Centroid</i> Lumba-lumba.....	60
Gambar 3.16 Penentuan pola jarak minimal menggunakan <i>Grid</i> Piksel	61
Gambar 3.17 Gabungan Dua Garis Gradien yang Membentuk Sudut.....	62
Gambar 3.18 Bagian Citra Penentu Derajat Final.....	62
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i> Hitung Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	64
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Menampilkan Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	65
Gambar 3.21 Rancangan Antarmuka Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	66
Gambar 3.22 Diagram <i>Activity Browse</i> Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	67
Gambar 3.23 Diagram <i>Activity Proses</i> Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	67
Gambar 3.24 Diagram <i>Activity Pause</i> Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	68
Gambar 3.25 Diagram <i>Activity Reset</i> Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	69
Gambar 4.1 Hasil Citra Original dan <i>Ground Truth</i>	76
Gambar 4.2 Uji Validitas Manual dengan <i>Image Blending</i>	77
Gambar 4.3 Hasil <i>Resize Preprocessing</i>	78
Gambar 4.4 Hasil Pembagian <i>Subset</i>	79
Gambar 4.5 Visualisasi Hasil <i>Training</i> Tanpa <i>Regularization Dropout</i> dengan <i>Tensorboard</i>	80
Gambar 4.6 Hasil <i>Training</i> dengan <i>Regularization Dropout</i>	81
Gambar 4.7 Grafik Komparasi Nilai Derajat Aktual dan Derajat Prediksi.....	86
Gambar 4.8 Pengaruh <i>Regularization Dropout</i>	90
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Segmentasi.....	91
Gambar 4.10 Visualisasi <i>Confusion Matrix</i>	92
Gambar 4.11 Analisis Hasil Segmentasi	93

Gambar 4.12 Analisis Durasi *Heading Quadcopter Drone* 94
Gambar 4.13 Pengaruh Kuantitas Lomba-lomba Terhadap FPS 94



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terkait	8
Tabel 2.2 Pengkategorian Nilai MAPE.....	28
Tabel 3.1 Detail Parameter Akuisisi Data.....	37
Tabel 3.2 Langkah <i>Frame Labeling</i>	40
Tabel 3.3 Langkah Augmentasi <i>Copy-Paste</i>	43
Tabel 3.4 Inisialisasi Model Segmentasi Semantik.....	48
Tabel 3.5 <i>Hyperparameter</i> pada <i>Training</i> Model Segmentasi Semantik	50
Tabel 3.6 Daftar Model Segmentasi.....	51
Tabel 3.7 Contoh Hasil Prediksi Putaran <i>Racing Plane</i>	55
Tabel 3.8 Perhitungan Derajat Final	63
Tabel 4.1 Hasil Akuisisi Data	71
Tabel 4.2 Hasil Ekstraksi <i>Frame</i>	73
Tabel 4.3 <i>Frame</i> Hasil <i>Data Cleaning</i>	73
Tabel 4.4 Hasil <i>Frame Labeling</i> dan Augmentasi	74
Tabel 4.5 Variasi Augmentasi <i>Copy-Paste</i>	75
Tabel 4.6 Komparasi Rerata Seluruh <i>Evaluation Metric</i> pada Masing-masing Model	81
Tabel 4.7 Komparasi Waktu Segmentasi Setiap Model.....	82
Tabel 4.8 Komparasi Visualisasi Hasil Segmentasi.....	83
Tabel 4.9 Implementasi Aplikasi Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i> .	87
Tabel 4.10 Implementasi Aplikasi Simulasi <i>Heading Quadcopter Drone</i>	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Akuisisi	103
Lampiran 2. <i>Summary</i> Model Berbasis U-Net	103
Lampiran 3. Hasil Evaluasi Model Segmentasi	107
Lampiran 4. Hasil Evaluasi Derajat <i>Heading Quadcopter Drone</i>	125

