

**SEGMENTASI PEMATANG SAWAH PADA CITRA
AERIAL AREA SAWAH DENGAN METODE
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNET**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program
Sarjana Pendidikan Teknik Informatika**

**Oleh
Ida Bagus Made Yudha Wirawan
Nim. 1815051012**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA**

2022

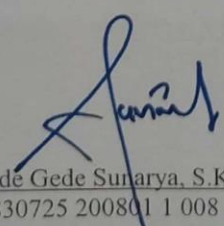
SKRIPSI


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

Menyetujui,

Pembimbing I,

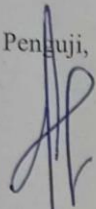
Pembimbing II,


Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19830725 200801 1 008


I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19900515 201903 1 008

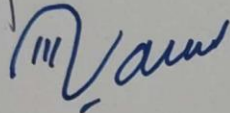
Skripsi oleh Ida Bagus Made Yudha Wirawan
Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal: 11 Juli 2022

Dewan Penguji,



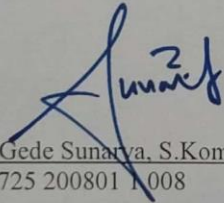
Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19821111 200812 1 001

(Ketua)



Ida Bagus Nyoman Pascima, S.Pd., M.Cs.
NIP. 19890713 201903 1 017

(Anggota)



Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19830725 200801 1 008

(Anggota)



I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19900515 201903 1 008

(Anggota)

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

Pada:

Hari : Senin
Tanggal : 11 Juli 2022

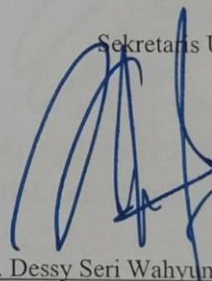
Mengetahui,

Ketua Ujian,



Dr. Ketut Agustini, S.Si., M.Si.
NIP. 19740801 200003 2 001

Sekretaris Ujian,



Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng.
NIP. 19850215 200812 2 007

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19710616 199602 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Segmentasi Pematang Sawah Pada Citra *Aerial Area* Sawah dengan Metode *Convolutional Neural Network UNet*” 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, 11 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Ida Bagus Made Yudha Wirawan

NIM. 1815051012

KATA PERSEMBAHAN

TERIMA KASIH SAYA UCAPKAN KEPADA:

IDA SANG HYANG WIDHI WASA

Atas Berkat dan Rahmat Beliau, Penulis Bisa Menyelesaikan Skripsi.

ORANG TUAKU TERCINTA

(Ida Bagus Cakra & Ida Ayu Made Wididiksita)

Yang Sudah Membimbing dan Mendidik Penulis dengan Penuh Kasih Sayang dan Keikhlasan serta Selalu Memberikan Penulis Semangat, Motivasi, Dukungan dan Doa dalam Setiap Langkah yang Penulis Tempuh pada Jenjang Pendidikan. Terima kasih Atas Segala Kebutuhan yang Diberikan Baik Berupa Materi dan Kebahagiaan serta Kenikmatan Hidup Lahir Batin yang Begitu Melimpah

SAUDARAKU

(Ida Bagus Ngurah Yudhi Dharmawan)

Yang selalu menghibur, memotivasi, mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi dan menyemangati penulis ketika mengalami kesusahan saat mengerjakan skripsi. Terima kasih atas segala doa yang telah terpanjatkan dan telah menyelipkan namaku di antara doa-doa yang indah itu

DAN JUGA TERIMA KASIH PENULIS UCAPKAN KEPADA DOSEN
PEMBIMBING, PENGUJI, DAN SELURUH STAF DOSEN PTI

Yang telah membimbing penulis dengan sabar dalam menyelesaikan skripsi ini

REKAN-REKAN SEPERJUANGAN

(Angga, Hendra, Pande, Suwis) dan seluruh rekan Program Studi Pendidikan
Teknik Informatika Angkatan 2018.

PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Segmentasi Pematang Sawah pada Citra Aerial Area Sawah dengan Metode Convolutional Neural Network UNet**”. 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. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengikuti pendidikan di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan.
2. 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. phill., 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. Ida Bagus Nyoman Pascima, S.Pd., M.Cs., selaku penguji II yang telah banyak memberikan arahan, saran, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.

8. Seluruh staf dosen di lingkungan Jurusan Pendidikan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
9. Nyoman Dewi Ratna Iswara, yang telah membantu dalam meluangkan waktu untuk mempermudah penulis dalam melakukan proses *labeling* dataset.
10. Seluruh staf dosen dan pegawai Fakultas Teknik dan Kejuruan yang telah banyak membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.
11. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
12. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Informatika yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
13. 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, 11 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
KATA PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO	viii
PRAKATA.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	5
1.4 BATASAN PENELITIAN	5
1.5 MANFAAT PENELITIAN	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.2 LANDASAN TEORI.....	12
2.2.1 Sawah.....	12
2.2.2 Pengolahan Citra Digital.....	13
2.2.3 <i>Artificial Intelligence</i>	22
2.2.4 <i>Machine Learning</i>	24
2.2.5 <i>Deep Learning</i>	27
2.2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	29
2.2.7 <i>UNet</i>	35
2.2.8 <i>Confusion Matrix</i>	36

2.2.9	<i>Black Box Testing</i>	40
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	JENIS PENELITIAN.....	41
3.2	SKEMA SEGMENTASI DAN <i>FLAGGING</i>	42
3.2.1	Finalisasi Dataset	42
3.2.2	Deteksi Tepi.....	50
3.2.3	<i>Dataset Preparation</i>	51
3.2.4	Inisialisasi Model <i>UNet</i>	52
3.2.5	<i>Training</i> dan <i>Testing</i> Model <i>UNet</i>	54
3.2.6	Evaluasi Performansi Model.....	55
3.2.7	<i>Flagging</i> Hasil Segmentasi.....	56
3.3	MODEL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	HASIL PENELITIAN	63
4.1.1	Analisis Kebutuhan.....	63
4.1.2	Evaluasi dan Pengembangan Sistem	74
4.1.3	Implementasi Perangkat Lunak	79
4.1.4	Pengujian Perangkat Lunak	80
4.2	PEMBAHASAN	81
BAB V PENUTUP		
5.1	SIMPULAN	86
5.2	SARAN.....	87
DAFTAR PUSTAKA		89
RIWAYAT HIDUP.....		92
LAMPIRAN.....		93

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Rangkuman Referensi.....	9
Tabel 2.2 Terminologi pada <i>Confusion Matrix</i>	37
Tabel 2.3 Klasifikasi Biner pada <i>Confusion Matrix</i>	377
Tabel 3.1 Batasan Akuisisi Video.....	433
Tabel 3.2 Tahap Ekstraksi Frame.....	466
Tabel 3.3 Proses <i>Labeling</i>	477
Tabel 3.4 Tahapan Deteksi Tepi.....	500
Tabel 3.5 Konfigurasi <i>Folding</i> Dataset.....	511
Tabel 3.6 Struktur Konfigurasi Jenis <i>Layer</i>	533
Tabel 3.7 Konfigurasi Parameter <i>Training</i>	544
Tabel 3.8 Pasangan Hasil Model Segmentasi.....	555
Tabel 3.9 Klasifikasi <i>Flag</i>	588
Tabel 3.10 Pengkondisian <i>Threshold</i>	600
Tabel 4.1 Kesimpulan Hasil Ekstraksi.....	644
Tabel 4.2 Hasil <i>Folding</i> Dataset.....	655
Tabel 4.3 Perbandingan Rerata Akurasi.....	677
Tabel 4.4 Perbandingan Rerata Waktu Segmentasi.....	688
Tabel 4.5 Analisis Hak Akses Pengguna.....	722
Tabel 4.6 Kebutuhan Fungsional.....	722
Tabel 4.7 Kebutuhan Non Fungsional.....	733
Tabel 4.8 Implementasi Perangkat Lunak Segmentasi.....	79
Tabel 4.9 Pengujian <i>Black Box</i> pada Perangkat Lunak.....	800

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Petak dan Pematang Sawah Basah.	122
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.	155
Gambar 2.3 Akuisisi dan Kuantisasi Citra.	155
Gambar 2.4 Jenis Operasi Pengolahan Citra Digital.	177
Gambar 2.5 Simulasi Operasi Konvolusi.	19
Gambar 2.6 Komparasi Kanal Citra.	200
Gambar 2.7 Perbandingan Metode Deteksi Tepi.	211
Gambar 2.8 Diagram Keterhubungan <i>AI</i> , <i>ML</i> , dan <i>DL</i>	222
Gambar 2.9 Anatomi <i>Neuron</i> (Atas) dan <i>Perceptron</i> (Bawah).	244
Gambar 2.10 Ilustrasi Visual Arsitektur <i>MLP</i>	255
Gambar 2.11 Ilustrasi Visual Arsitektur <i>Deep Learning</i>	288
Gambar 2.12 Teknik <i>Zero Padding</i> dengan <i>Stride</i> 1.	300
Gambar 2.13 Proses Konvolusi dengan <i>Filter</i> dan <i>Stride</i> 1.	300
Gambar 2.14 Proses <i>Pooling</i> untuk Reduksi Dimensi Citra.	311
Gambar 2.15 Teknik <i>Max Pooling</i> dan <i>Average Pooling</i>	322
Gambar 2.16 Teknik Regularisasi.	344
Gambar 2.17 Arsitektur <i>Convolutional Layer UNet</i>	355
Gambar 2.18 Visualisasi Segmentasi Semantik 2 Kelas.	366
Gambar 2.19 Perhitungan <i>Accuracy</i>	388
Gambar 2.20 Perhitungan <i>Precision</i>	399
Gambar 2.21 Perhitungan <i>Recall</i>	400
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian dan Pengembangan.	411
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Finalisasi Dataset.	422
Gambar 3.3 Skema Pergerakan <i>Drone Manual Custom Fix</i>	444
Gambar 3.4 <i>Drone DJI Mavic Mini</i>	455
Gambar 3.5 Visualisasi Tahapan Deteksi Tepi.	500
Gambar 3.6 Struktur <i>Data Preparation</i>	522
Gambar 3.7 Visualisasi <i>Layer Model UNet</i>	533
Gambar 3.8 Algoritma Pergerakan <i>Drone (Custom Fix)</i>	577

Gambar 3.9 <i>Splitting Frame Citra</i>	599
Gambar 3.10 Diagram Model <i>RAD</i>	611
Gambar 4.1 Tahap <i>Preprocessing</i>	655
Gambar 4.2 Hasil <i>Training Model</i> dengan Tahap Deteksi Tepi.....	666
Gambar 4.3 Hasil <i>Training Model</i> tanpa Tahap Deteksi Tepi.....	677
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Akurasi Model.	688
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Waktu Segmentasi Model.....	69
Gambar 4.6 Diagram <i>Use Case</i>	755
Gambar 4.7 <i>Data Flow Diagram Level 0</i>	755
Gambar 4.8 <i>Flowchart</i> Skema Sistem Segmentasi.....	766
Gambar 4.9 Arsitektur Perangkat Lunak.	788
Gambar 4.10 <i>Mockup</i> Perangkat Lunak.....	788



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Akuisisi Video dan Observasi.....	944
Lampiran 2. Validitas Citra <i>Mask</i> pada Dataset.....	955
Lampiran 3. Summerisasi Bentuk Model <i>UNet</i>	999
Lampiran 4. Perbandingan Hasil Uji Model Segmentasi.....	1011
Lampiran 5. <i>Record Training</i> Model dengan Deteksi Tepi.	1033
Lampiran 6. <i>Record Training</i> Model tanpa Deteksi Tepi.....	1077
Lampiran 7. Hasil <i>Testing</i> Model dengan Deteksi Tepi.	1144
Lampiran 8. Hasil <i>Testing</i> Model tanpa Deteksi Tepi.	1244

