

**PERBANDINGAN METODE BERBASIS FITUR DAN
DEEP LEARNING PADA SEGMENTASI *SOFT
EXUDATE* PADA CITRA FUNDUS RETINA PASIEN
*DIABETIC RETINOPATHY***



**OLEH:
KADEK SUWIS SATRIA ATMAJA
NIM.1815051037**

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

2023

**PERBANDINGAN METODE BERBASIS FITUR DAN
DEEP LEARNING PADA SEGMENTASI *SOFT
EXUDATE* PADA CITRA FUNDUS RETINA PASIEN
*DIABETIC RETINOPATHY***

SKRIPSI

Diajukan kepada

Universitas Pendidikan Ganesha

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program
Sarjana Pendidikan Teknik Informatika**

Oleh

Kadek Suwis Satria Atmaja

Nim. 1815051037

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

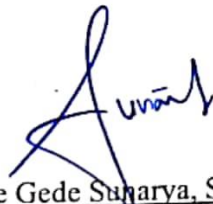
2023

SKRIPSI

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

Menyetujui,

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

Skripsi oleh Kadek Suwis Satria Atmaja
Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 11 Februari 2023

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 : Sabtu
Tanggal : 11 Februari 2023

Mengetahui,

Ketua Ujian,



Prof. 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



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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul **“Perbandingan Metode Berbasis Fitur Dan *Deep Learning* Pada Segmentasi *Soft Exudate* Pada Citra Fundus Retina Pasien *Diabetic Retinopathy*”** 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 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



Kadek Suwis Satria Atmaja

NIM. 1815051037

PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Metode Berbasis Fitur Dan *Deep Learning* Pada Segmentasi *Soft Exudate* Pada Citra Fundus Retina Pasien *Diabetic Retinopathy*”**. 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 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 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. Seluruh staf dosen dan pegawai Fakultas Teknik dan Kejuruan yang telah banyak membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.
10. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
11. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Informatika yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual dalam penyusunan skripsi ini.
12. Para sahabat (Widya, Angga, Bagus Yudha, Sazya) yang selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis selama pengerjaan 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 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



Kadek Suwis Satria Atmaja

1815051037

DAFTAR ISI

	HALAMAN
PERNYATAAN.....	vi
MOTTO	vii
PRAKATA.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
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.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 KAJIAN PUSTAKA	7
2.2 LANDASAN TEORI	13
2.2.1 Soft Exudate.....	13
2.2.2 Thresholding	13
2.2.3 K-Means Clustering.....	14
2.2.4 Histogram Equalization	16
2.2.5 CLAHE.....	17
2.2.6 Deep Learning.....	18
2.2.7 Confusion Matrix.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 DATASET.....	22
3.1.1 Sumber Data	22

3.1.2 Jumlah Data	24
3.1.3 Skema Proses Ground Truth	25
3.2 JENIS PENELITIAN	27
3.2.1 Skema Penelitian.....	27
3.2.2 Skema Segmentasi <i>Soft Exudate</i> Menggunakan Metode Berbasis Fitur	29
3.2.3 Skema Segmentasi <i>Soft Exudate</i> Menggunakan Metode Deep Learning	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 HASIL PENELITIAN	40
4.1.1 Segmentasi Metode berbasis fitur.....	40
4.1.2 Segmentasi Metode Deep Learning	49
4.1.3 Rancangan Sistem.....	53
4.1.4 Implementasi Sistem.....	54
4.2 PEMBAHASAN	56
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 SIMPULAN.....	60
5.2 SARAN-SARAN.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
RIWAYAT HIDUP.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Gejala Soft Exudate.....	13
Gambar 2. 2 Ilustrasi perubahan nilai piksel pada proses thresholding.....	14
Gambar 2. 3 Hasil Citra RGB dengan metode K-Mean Clustering Sumber (https://docs.opencv.org/3.4/d1/d5c/tutorial_py_kmeans_opencv.html).....	15
Gambar 2. 4 Gambar sebelum dan sesudah melewati cliplimit Sumber (https://stackoverflow.com/questions/38504864/opencv-clahe-parameters-explanation).....	18
Gambar 2. 5 Arsitektur Convolutional Layer U-Net	19
Gambar 3. 1 Foto fundus yang berisi perbedaan lesi retina yang terkait dengan diabetic retinopathy. Bagian yang diperbesar menggambarkan adanya Microaneurysms, Soft Exudates, Hemorrhages dan Hard Exudates	23
Gambar 3. 2 Kamera fundus digital Kowa VX-10 alpha(Porwal et al., 2018).....	23
Gambar 3. 3 (a) Hard Exudates; (b) Penandaan manual bagian Hard Exudates; (c) penandaan dari objek lain.....	26
Gambar 3. 4 (a) Citra retina pasien diabetes (b) penandaan ground truth (c) Hard Exudates (d) Hemorrhages (e) Soft Exudate (f) microaneurysms (g) Optic Disc	26
Gambar 3. 5 Skema Penelitian	27
Gambar 3. 6 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Fitur.....	30
Gambar 3. 7 Skema Segmentasi Soft Exudate Berbasis Fitur Tahap Pre-Processing	31
Gambar 3. 8 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Fitur tahap segmentasi ...	33
Gambar 3. 9 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Fitur tahap evaluasi.....	34
Gambar 3. 10 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Deep Learning	35
Gambar 3. 11 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Deep Learning tahap pre-processing.....	36
Gambar 3. 12 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Deep Learning tahap segmentasi	38
Gambar 3. 13 Skema Segmentasi soft exudate Berbasis Deep Learning tahap evaluasi.....	39
Gambar 4. 1 (a) Citra Original (b) Grouth Truth OD (c) Setelah dilakuakn removing dengan Grouth Truth OD	40
Gambar 4. 2 (a) Citra setelah dilakuakn removing OD (b) Grouth Truth HE (c) Setelah dilakuakn removing dengan Grouth Truth HE.....	41

Gambar 4. 3 (a), (b) Citra Sebelum dilakukan proses Splitting dan Ekstraksi Green Channel (b), (d) Sesudah dilakukan proses Splitting dan Ekstraksi Green Channel	42
Gambar 4. 4 (a), (c) Citra Green (b), (d) Citra CLAHE.....	42
Gambar 4. 5 (a), (d) Citra CLAHE (b), (e) Citra Biner (c), (f) Hasil Pengamatan dengan grouthtruth soft exudate.....	43
Gambar 4. 6 (a), (c) Citra Biner (b), (d) Citra Green yang sudah dilakukan masking	44
Gambar 4. 7 (a), (c) Citra Green yang sudah dilakukan masking (b), (d) Citra CLAHE	44
Gambar 4. 8 Hasil loss dan accurary pada model training.....	52
Gambar 4. 9 Hasil validation loss dan validation accurary pada model training..	52
Gambar 4. 10 Rancangan Sistem segmentasi soft exudate	54



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	11
Tabel 2. 2 Contoh Matrik citra grayscale.....	16
Tabel 2. 3 hasil frekuensi dan distribusi kumulatif dari nilai skala keabuannya ..	16
Tabel 2. 4 hasil frekuensi dan distribusi dengan rumus Histogram Equalization .	17
Tabel 2. 5 Hasil Matrik citra grayscale setelah Histogram Equalization.....	17
Tabel 4. 1 Hasil CLAHE ke K-Mean.....	45
Tabel 4. 2 Pemisahan Cluster $k = 2$	46
Tabel 4. 3 Pemisahan Cluster $k = 3$	46
Tabel 4. 4 Pemisahan Cluster $k = 4$	47
Tabel 4. 5 Pemisahan Cluster $k = 5$	47
Tabel 4. 6 Hasil Biner Nilai Tertinggi dari setaip nilai k pada k mean clustering	48
Tabel 4. 7 Hasil Rata-Rata pada semua nilai k	49
Tabel 4. 8 Spesifikasi Perangkat	50
Tabel 4. 9 Detail konfigurasi dari U-Net Layer	50
Tabel 4. 10 Parameter dari model U-Net	51
Tabel 4. 11 Hasil Output Menggunakan Metode U-Net.....	53
Tabel 4. 12 Hasil Rata-Rata pada U-Net.....	53
Tabel 4. 13 Implementasi Sistem Segmentasi.....	54
Tabel 4. 14 Perbandingan rata-rata hasil Accuracy, Recall (Sensitivity) dan Specifitypada k -mean clustering dan u-net.....	56
Tabel 4. 15 Contoh Citra IDRiD_59 hasil segmentasi soft exudate dengan metode k -means clustering dan U-Net.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 2$	67
Lampiran 2. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 3$	67
Lampiran 3. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 4$	68
Lampiran 4. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 4$	68
Lampiran 5. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode U-Net	69

