

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



**OLEH :**

**I MADE ANGGA DARMA PUTRA**

**1815051061**

**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,



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

Pembimbing II,



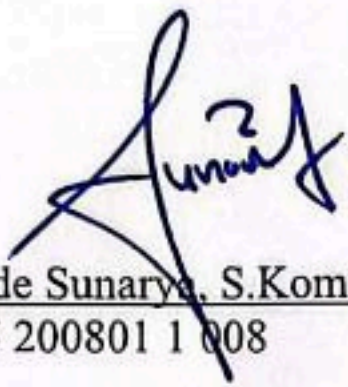
I Made Dendi Maysanjaya, S.Pd., M.Eng.  
NIP. 19900515 201903 1 008

Skripsi oleh I Made Angga Darma Putra

Telah dipertahankan di depan penguji

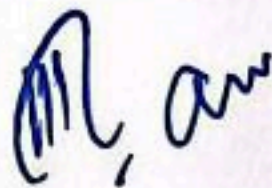
Pada tanggal 22 November 2022

Dewan Penguji,



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

(Ketua)



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

(Anggota)



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

(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 : Selasa  
Tanggal : 22 November 2022

**Mengetahui,**

Ketua Ujian,



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

Sekretaris Ujian,



Dr. phil. Dessy Seti 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 *Hard 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, 22 November 2022

Yang membuat pernyataan



I Made Angga Darma Putra

NIM. 1815051061

## 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 Hard 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:

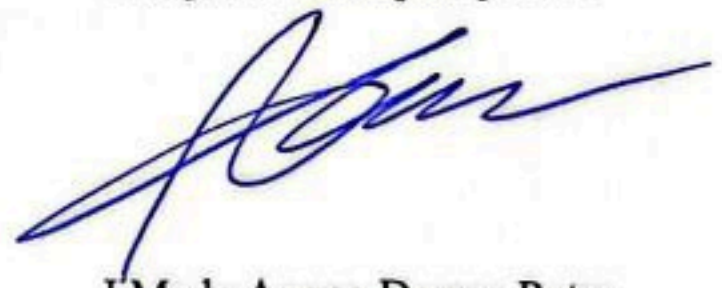
1. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengikuti pendidikan di Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan.
2. Prof. Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun skripsi ini.
3. Dr. phill., Dessy Seri Wahyuni, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika.
4. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D., 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. Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., 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 (Dinda Ayu, Kadek Suwis, Bagus Yudha) 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, 22 November 2022

Yang membuat pernyataan



I Made Angga Darma Putra

1815051061

# DAFTAR ISI

HALAMAN

PERNYATAAN .....	v
MOTTO .....	vi
PRAKATA.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH.....	6
1.3    TUJUAN PENELITIAN.....	7
1.4    BATASAN PENELITIAN.....	7
1.5    MANFAAT PENELITIAN.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	10
2.1    KAJIAN PUSTAKA.....	10
2.2    LANDASAN TEORI.....	14
2.2.1 <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	14
2.2.2 <i>Optic Disc</i> .....	15
2.2.3 <i>Hard Exudate</i> .....	15
2.2.4 <i>CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization)</i> .....	16
2.2.5 <i>Contrast Stretching</i> .....	17
2.2.1 <i>Contrast Stretching Based On Channel Range</i> .....	19
2.2.2 <i>Power Law</i> .....	19



2.2.3	<i>K-Means Clustering</i> .....	20
2.2.4	Operasi Morfologi <i>Opening</i> .....	21
2.2.5	<i>Deep Learning</i> .....	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....		24
3.1	METODE PENELITIAN .....	24
3.1.1	Skema Penelitian .....	24
3.1.2	Skema Segmentasi <i>Hard Exudate</i> Menggunakan Metode Berbasis Fitur .....	27
3.1.3	Skema Segmentasi <i>Hard Exudate</i> Menggunakan <i>U-Net</i> .....	35
3.2	DATASET .....	38
3.2.1	Asal Dataset .....	38
3.2.2	Jumlah Dataset .....	40
3.2.3	Skema <i>Groundtruths</i> .....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		44
4.1	HASIL PENELITIAN .....	44
4.1.1	Segmentasi <i>Hard Exudate</i> Berbasis Fitur .....	44
4.1.2	Segmentasi <i>Hard Exudate</i> Metode <i>Deep Learning</i> .....	54
4.2	PEMBAHASAN .....	61
BAB V PENUTUP .....		64
5.1	KESIMPULAN .....	64
5.2	SARAN .....	65
DAFTAR PUSTAKA .....		66

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kajian Pustaka .....	10
Tabel 4.1 Perbandingan Dari Ketiga Channel RGB .....	47
Tabel 4.2 Hasil normalisasi kontras citra dari tiap metode.....	48
Tabel 4.3 Hasil segmentasi k-means clustering dari k = 2 hingga k = 5 .....	51
Tabel 4.4 Hasil thresholding setelah proses segmentasi k-means clustering dari k = 2 hingga k = 5.....	51
Tabel 4.5 Skor rata-rata accuracy, sensitifity, dan specificity pada masing-masing nilai k .....	53
Tabel 4.6 Spesifikasi perangkat yang digunakan.....	55
Tabel 4.7 Detail konfigurasi dari <i>U-Net Layer</i> .....	55
Tabel 4.8 Parameter dari model U-Net.....	56
Tabel 4.9 Data hasil training untuk <i>epoch dan validation loss</i> .....	50
Tabel 4.10 Perbandingan rata-rata skor accuracy, sensitifity, specificity antara k-means clustering dan U-Net.....	61
Tabel 4.11 Contoh Citra IDRiD_72 hasil segemnetasi <i>hard exudate</i> diantara metode <i>k-maens clustering dan U-Net</i> .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Gambar Hard Exudate sumber: ( <a href="https://www.researchgate.net/figure/Original-retinal-fundus-image-from-DIARETDB1-database-3_fig1_316054049">https://www.researchgate.net/figure/Original-retinal-fundus-image-from-DIARETDB1-database-3_fig1_316054049</a> ) .....	16
Gambar 2.2 Transformasi Contrast Stretching sumber: (Wijaya Kusuma & Kusumadewi, 2020) .....	18
Gambar 2. 3 Arsitektur Convolutional Layer U-Net .....	23
Gambar 3.1 Tahapan skema penelitian .....	25
Gambar 3.2 Tahapan proses pre-processing .....	29
Gambar 3.3 Normalisasi kontras citra menggunakan clahe .....	31
Gambar 3.4 Normalisasi kontras citra menggunakan power law .....	32
Gambar 3.5 Normalisasi kontras citra menggunakan contrast stretching .....	32
Gambar 3.6 Normalisasi kontras citra menggunakan contrast stretching based on channel range .....	33
Gambar 3.7 Tahapan segmentasi .....	34
Gambar 3.8 skema proses segmentasi U-Net .....	35
Gambar 3.9 Tahapan training model .....	36
Gambar 3.10 Tahapan evaluation model .....	37
Gambar 3.11 Foto fundus yang berisi perbedaan lesi retina yang terkait dengan diabetic retinopathy. Bagian yang diperbesar menggambarkan adanya Microaneurysms, Soft Exudates, Hemorrhages dan Hard Exudates.....	39
Gambar 3.12 Kamera fundus digital Kowa VX-10 alpha sumber: (XData/) .....	40
Gambar 3.13 Gambar dari Hard Exudates; (b) Penandaan manual untuk Hard Exudates; (c) penandaan dari objek yang berbeda.....	42
Gambar 3.14 (a) Gambar retina (b) penandaan groundtruth hasil groundtruth (c) Hard Exudates (d) Hemorrhages (e) Soft Exudates (f) microaneurysms (g) Optic Disc .....	43
Gambar 4.1 Citra fundus retina sebelum dilakukan segmentasi optic disc (a), (b), (c), (d) .....	46
Gambar 4.2 Groundtruth optic disc pada dataset IDRiD (e), (f), (g), (h) .....	47
Gambar 4.3 Hasil sesudah dilakukan segmentasi Optic Disc (i), (j), (k), (l).....	47
Gambar 4.4 Hasil loss dan accuracy pada model training .....	58
Gambar 4.5 Hasil validation loss dan validation accuracy pada model training .....	59

Gambar 4.6 Contoh hasil output segmentasi hard exudate menggunakan U-Net. Citra bagian kiri adalah citra input, citra bagian tengah adalah citra groundtruth, dan citra bagian kanan adalah hasil prediksi U-Net..... 60



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 2$ .....	70
Lampiran 2. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 3$ .....	73
Lampiran 3. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 4$ .....	76
Lampiran 4. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode K-Means Clustering Dengan $K = 5$ .....	79
Lampiran 5. Pengujian Evaluasi Dengan Menggunakan Accuracy, Sensitivity, Dan Specificity Pada Metode U-Net.....	82

