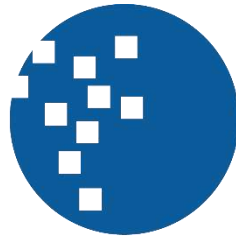


**PENGEMBANGAN DETEKSI DINI MULTI-KELAS
RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN MODEL
EFFICIENTNET DAN CLAHE**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

LAPORAN MBKM PENELITIAN

Ageng Cahyo Widjaya

0000063582

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

**PENGEMBANGAN DETEKSI DINI MULTI-KELAS
RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN MODEL
EFFICIENTNET DAN CLAHE**



LAPORAN MBKM PENELITIAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

Ageng Cahyo Widjaya

00000063582

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2024

i

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Ageng Cahyo Widjaya

Nomor Induk Mahasiswa : 00000063582

Program studi : Sistem Informasi

Laporan MBKM Penelitian dengan judul:

**"PENGEMBANGAN DETEKSI DINI MULTI-KELAS RETINOPATI
DIABETIK MENGGUNAKAN MODEL EFFICIENTNET DAN CLAHE"**

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/ penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan MBKM, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk laporan MBKM yang telah saya tempuh.

Tangerang, 20 Mei 2024



Ageng Cahyo Widjaya

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ageng Cahyo Widjaya
NIM : 00000063582
Program Studi : Sistem Informasi
Fakultas : Teknik dan Informatika
Jenis Karya : Laporan MBKM Penelitian

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Multimedia Nusantara Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGEMBANGAN DETEKSI DINI MULTI-KELAS RETINOPATI
DIABETIK MENGGUNAKAN MODEL EFFICIENTNET DAN CLAHE”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty* Non eksklusif ini Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalih media / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 20 Mei 2024

Yang menyatakan,



Ageng Cahyo Widjaya

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas selesainya penulisan MBKM ini dengan judul: “Pengembangan Deteksi Dini Multi-Kelas Retinopati Diabetik Menggunakan Model *EfficientNet* dan CLAHE” dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Sistem Informasi Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Samuel Ady Sanjaya, S.T., M.T., sebagai Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya tesis ini.
5. Dr. Irmawati, S.Kom., M.M.S.I., sebagai Pembimbing Lapangan yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya laporan MBKM Penelitian.
6. Kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Multimedia Nusantara.
7. Keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan MBKM ini.
8. Seluruh rekan tim penelitian yang telah mewarnai hari-hari penelitian penulis.

Penulis telah mencurahkan usaha terbaiknya dalam menyusun laporan MBKM penelitian ini. Meskipun demikian, penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan MBKM penelitian ini mampu membawa manfaat dan pengaruh positif bagi para pembaca dan mahasiswa lain yang ingin memulai perjalanan mereka di bidang penelitian.

Tangerang, 20 Mei 2024



Ageng Cahyo Widjaya

PENGEMBANGAN DETEKSI DINI MULTI-KELAS RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN MODEL EFFICIENTNET DAN CLAHE

Ageng Cahyo Widjaya

ABSTRAK

Diabetes retinopathy (DR) merupakan salah satu komplikasi serius dari diabetes mellitus yang dapat menyebabkan kehilangan penglihatan. DR memiliki tingkat prevalensi yang tinggi di kalangan penderita DM dan menjadi salah satu penyebab utama kebutaan yang dapat dicegah. Deteksi dini DR menjadi krusial untuk mencegah dampak buruk pada penglihatan di tahap selanjutnya. Namun, metode deteksi DR yang ada sering memerlukan keterampilan ahli dan memakan waktu yang lama. Studi ini memanfaatkan metode EfficientNet dan CLAHE untuk meningkatkan akurasi deteksi tingkat DR berdasarkan gambar fundus. Eksperimen dilakukan pada tiga dataset: DDR, IDRiD, dan Messidor. Dataset mencakup lima tingkat DR, yang diantaranya yaitu normal, *mild*, *moderate*, *severe*, dan PDR. Model yang kami usulkan mencapai akurasi validasi sebesar 85,97% dan akurasi pengujian sebesar 86,16%, mengungguli model lain seperti Inception-ResNet-v2 (82,18%), Inception-V3 (78,79%), dan ResNet-50 (74,32%). Nilai akurasi validasi dan pengujian di atas 85% menunjukkan bahwa model ini dapat memprediksi label dengan akurat. Menariknya, ketika dataset campuran digunakan, akurasi pengujian menurun. Penurunan akurasi ini mungkin disebabkan oleh peningkatan variabilitas data, ketidakkonsistenan dalam *preprocessing*, dan perbedaan kualitas gambar. Namun demikian, model ini secara signifikan berkontribusi dalam mencegah komplikasi parah dan kehilangan penglihatan akibat DR.

Kata kunci: Citra fundus, CLAHE, Deteksi retinopati diabetik, EfficientNet, *Transfer learning*.

ENHANCED ROBUSTNESS IN EARLY MULTI-CLASS DETECTION OF DIABETIC RETINOPATHY ACROSS DATASETS USING EFFICIENTNET AND CLAHE

Ageng Cahyo Widjaya

ABSTRACT (English)

Diabetic retinopathy (DR) is one of the serious complications of diabetes mellitus that can cause vision loss. DR has a high prevalence among DM patients and is one of the leading causes of preventable blindness. Early detection of DR is crucial to prevent adverse effects on vision in later stages. However, existing DR detection methods often require expert skills and are time-consuming. This study utilizes EfficientNet and CLAHE methods to improve the accuracy of DR level detection based on fundus images. Experiments were conducted on three datasets: DDR, IDRiD, and Messidor. The datasets include five levels of DR: normal, mild, moderate, severe, and PDR. Our proposed model achieved a validation accuracy of 85.97% and a testing accuracy of 86.16%, outperforming other models such as Inception-ResNet-v2 (82.18%), Inception-V3 (78.79%), and ResNet-50 (74.32%). Validation and testing accuracy values above 85% indicate that this model can accurately predict labels. Interestingly, when a mixed dataset was used, testing accuracy decreased. This decline in accuracy may be due to increased data variability, inconsistent preprocessing, and differences in image quality. Nonetheless, this model significantly contributes to preventing severe complications and vision loss due to DR.

Keywords: CLAHE, Diabetic retinopathy detection, EfficientNet, Fundus images, Transfer learning.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT (English)	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Urgensi Penelitian	4
1.5 Luaran Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 <i>Diabetic Retinopathy</i>	5
2.1.2 <i>Fundus Image</i>	5
2.1.3 <i>Deep learning</i>	6
2.1.4 <i>Transfer Learning</i>	6
2.1.5 EfficientNet	6
2.1.6 <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i>	7
2.1.7 Adam	8
2.1.8 Keras Framework	8
2.1.9 Tensorflow	8
2.1.10 CLAHE	9
2.1.11 <i>Enhanced Green</i>	9

2.1.12	<i>ROC Curve</i>	10
2.1.13	KDD	10
2.1.14	Python	11
2.1.15	<i>Confusion Matrix</i>	12
2.2	Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1	Metode Penelitian	18
3.1.1	Rangka Kerja Penelitian	18
3.2	Tahapan Penelitian	20
3.2.1	Pre-KDD	20
3.2.2	<i>Selection</i>	20
3.2.3	<i>Preprocessing</i>	23
3.2.4	<i>Transformation</i>	25
3.2.5	<i>Modeling</i>	27
3.2.6	<i>Evaluation</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Perancangan	29
4.1.1	DDR dengan CLAHE dan <i>oversampling</i>	30
4.1.2	DDR dengan <i>oversampling</i>	33
4.1.3	DDR dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	36
4.1.4	Mix dengan <i>oversampling</i>	38
4.1.5	Mix dengan CLAHE and <i>oversampling</i>	41
4.1.6	Mix dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	43
4.1.7	Mix dengan CLAHE	46
4.1.8	Mix dengan <i>enhanced green</i>	48
4.1.9	DDR	51
4.1.10	Mix	54
4.1.11	DDR dengan CLAHE	56
4.1.12	DDR dengan <i>enhanced green</i>	58
4.2	Pembahasan Hasil Perancangan	61
BAB V SIMPULAN SARAN		63
5.1	Simpulan	63

5.1.1	Saran Penelitian	64
5.1.2	Saran Universitas	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	LAMPIRAN.....	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Dataset yang Digunakan	22
Tabel 3.2 Jumlah Gambar Pada Setiap Kelas Dataset	23
Tabel 3.3 Perbandingan Gambar	26
Tabel 3.4 Rincian Pembagian Data <i>Train</i> , <i>Test</i> , dan <i>Validation</i>	26
Tabel 3.5 Jumlah Gambar Pada Setiap Kelas	27
Tabel 3.6 Arsitektur Model	28
Tabel 4.1 Tabel Hasil Akurasi dan <i>Loss</i>	29
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu.....	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fungsi ReLU	7
Gambar 2.2 Tahapan dalam proses KDD	11
Gambar 2.3 <i>Confusion matrix</i>	12
Gambar 2.4 Hasil sebenarnya dan prediksi	13
Gambar 2.5 Rumus Akurasi	13
Gambar 2.6 Rumus presisi	13
Gambar 2.7 Rumus <i>recall</i>	14
Gambar 2.8 Rumus <i>f1-score</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian Menggunakan Framework KDD ...	19
Gambar 3.2 Diagram Tahap Preprocessing Dataset	24
Gambar 3.3 IDRiD Sebelum Ukuran Disesuaikan	25
Gambar 3.4 IDRiD Setelah Ukuran Disesuaikan	25
Gambar 3.5 Kerangka kerja yang diusulkan untuk klasifikasi tingkat DR	28
Gambar 4.1 Perbandingan Akurasi Hasil Uji	30
Gambar 4.2 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> pada DDR + CLAHE dan Oversampling ..	31
Gambar 4.3 Evaluasi latih, validasi, dan uji	31
Gambar 4.4 <i>Confusion Matrix Validation Batch</i>	32
Gambar 4.5 <i>Confusion Matrix Test Batch</i>	32
Gambar 4.6 Evaluasi uji dataset DDR dengan CLAHE dan <i>oversampling</i>	33
Gambar 4.7 <i>Loss</i> dan Akurasi DDR dengan <i>oversampling</i>	33
Gambar 4.8 <i>Confusion Matrix Valid Batch</i> DDR dengan <i>oversampling</i>	34
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix Test Batch</i> DDR dengan <i>oversampling</i>	35
Gambar 4.10 Evaluasi uji dataset DDR dengan <i>oversampling</i>	36
Gambar 4.11 <i>Loss</i> dan Akurasi DDR dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	36
Gambar 4.12 <i>Confusion Matrix Valid Batch</i> DDR dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	37
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix Test Batch</i> DDR dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	38
Gambar 4.14 Evaluasi uji dataset DDR dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	38
Gambar 4.15 Grafik Akurasi dan <i>Loss Mixed Dataset + Oversampling</i>	39
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix Valid Batch</i>	40
Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix Test Batch</i>	40
Gambar 4.18 Evaluasi uji dataset Mix dengan <i>oversampling</i>	41
Gambar 4.19 <i>Loss</i> dan Akurasi Dataset Campuran + CLAHE dan <i>Oversampling</i>	41
Gambar 4.20 <i>Confusion Matrix Validation Batch</i>	42
Gambar 4.21 <i>Confusion Matrix Test Batch</i>	43
Gambar 4.22 Evaluasi uji dataset Mix dengan CLAHE dan <i>oversampling</i>	43

Gambar 4.23 <i>Loss</i> dan Akurasi Dataset Campuran dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	44
Gambar 4.24 <i>Confusion Matrix Valid Batch</i> Mix dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	45
Gambar 4.25 <i>Confusion Matrix Test Batch</i> Mix dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	45
Gambar 4.26 Evaluasi uji dataset Mix dengan <i>enhanced green</i> dan <i>oversampling</i>	46
Gambar 4.27 <i>Loss</i> dan akurasi dataset Mix dengan CLAHE.....	47
Gambar 4.28 <i>Confusion matrix test batch</i> dataset Mix dengan CLAHE.....	47
Gambar 4.29 <i>Classification report</i> dataset Mix dengan CLAHE.....	48
Gambar 4.30 <i>Loss</i> dan akurasi pada latih, validasi, dan uji	49
Gambar 4.31 <i>Loss</i> dan akurasi pada pelatihan	49
Gambar 4.32 <i>Confusion matrix test</i> dataset Mix dengan CLAHE.....	50
Gambar 4.33 <i>Classification report</i>	51
Gambar 4.34 <i>Loss</i> dan akurasi pada latih, validasi, dan uji	52
Gambar 4.35 <i>Loss</i> dan akurasi pada pelatihan dataset DDR	52
Gambar 4.36 <i>Confusion matrix test batch</i>	53
Gambar 4.37 <i>Classification report</i> dataset DDR	54
Gambar 4.38 <i>Loss</i> dan akurasi pada latih, validasi, dan uji	54
Gambar 4.39 <i>Loss</i> dan akurasi pada setiap epoch.....	55
Gambar 4.40 <i>Confusion matrix test batch</i>	56
Gambar 4.41 <i>Classification report</i> dataset Mix	56
Gambar 4.42 <i>Loss</i> dan akurasi setiap epoch pada pelatihan	57
Gambar 4.43 Akurasi dan <i>loss</i> pada latih, validasi, dan uji	57
Gambar 4.44 <i>Confusion matrix test</i>	58
Gambar 4.45 <i>Classification report</i>	58
Gambar 4.46 <i>Loss</i> dan akurasi setiap epoch pada pelatihan	59
Gambar 4.47 Akurasi dan <i>loss</i> pada latih, validasi, dan uji	59
Gambar 4.48 <i>Confusion matrix test batch</i> dataset DDR dengan <i>enhanced green</i>	60
Gambar 4.49 <i>Classification report</i>	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Surat Pengantar MBKM (MBKM 01).....	70
Lampiran B Kartu MBKM (MBKM 02)	71
Lampiran C Verifikasi Laporan MBKM Kewirausahaan (MBKM 04).....	81
Lampiran D Surat Penerimaan MBKM (LoA)	82
Lampiran E Lembar Konsultasi	83
Lampiran F Lampiran Pengecekan Hasil Turnitin.....	84

