DETEKSI DINI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA CITRA NON FUNDUS

TUGAS AKHIR
APLIKATIF

RADEN ARDHA RAZATSA SETIAMADENDA
41522010160

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

https://lib.mercubuana.ac.id

DETEKSI DINI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA CITRA NON FUNDUS

TUGAS AKHIR
APLIKATIF

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

RADEN ARDHA RAZATSA SETIAMADENDA
41522010160

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

https://lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Raden Ardha Razatsa Setiamadenda
NIM	: 41522010160
Fakultas/Program Studi	: Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Deteksi Dini Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network pada Citra non Fundus" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 10 Agustus 2026



Raden Ardha Razatsa Setiamadenda

https://lib.mercubuana.ac.id

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
AKREDITASI UNGGUL

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK
/SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name	: Raden Ardha Razatsa Setiamadenda
NIM /Student ID Number	: 41522010160
Program Studi /Study Program	: Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
/The title:
"Deteksi Dini Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Netword pada Citra Fundus Retina"
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

28 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :
/with a percentage value of:

29%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer** Universitas Mercu Buana. */declared to meet standards in accordance with applicable regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*
File hasil cek similarity turnitin:
/Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/1E8YsQ0iK8rUSyhsBhvBh4O3_ziwoSMoS/view?usp=drive_link

Jakarta, 28 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer
KAMPUS MENARA BHAKTI
Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650
Telp. 021-5840816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5840813
http://www.mercubuana.ac.id, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

https://lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	Raden Ardha Razatsa Setiamadenda
NIM	:	41522010160
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir	:	Deteksi Dini Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network pada Citra Non Fundus

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 10 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Dr.Bagus Priambodo, S.T., M.T.I.
NIDN/NUPTK: 0313057905

Jakarta, 10 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer	Ketua Program Studi Teknik Informatika
Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI	Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0320037002	NIDN/NUPTK: 0225067701

https://lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercubuana.
4. Bapak Bagus Priambodo, ST, M.TI., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan proposal penelitian ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua orang tua saya tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta menjadi sumber kekuatan bagi penulis selama menjalani masa studi di Universitas Mercu Buana. Terima kasih atas segala pengorbanan, perhatian, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis. Tanpa doa dan dukungan dari kedua orang tua
6. Anjari Cole Lakshinta Dewi yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan perhatian selama proses penyusunan proposal penelitian ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, memberikan dorongan di saat penulis merasa lelah, serta selalu menemani dan mengingatkan penulis untuk tetap semangat dalam menyelesaikan setiap proses yang dijalani.
7. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2022 yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama menjalani masa perkuliahan. Terima

https://lib.mercubuana.ac.id

kasih atas kebersamaan, bantuan, dukungan, informasi, serta berbagai pengalaman yang telah dibagikan selama masa studi di Universitas Mercu Buana. Semoga kebersamaan dan silaturahmi yang telah terjalin dapat terus terjaga meskipun nantinya kita menempuh jalan masing-masing.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, 28 Juli 2026

Raden Ardha Razatsa Setiamadenda

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Raden Ardha Razatsa Setiamadenda
NIM	:	41522010160
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi	:	Deteksi Dini Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network pada Citra non Fundus

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/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.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 10 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Raden Ardha Razatsa Setiamadenda

https://lib.mercubuana.ac.id

DETEKSI DINI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA CITRA NON FUNDUS

RADEN ARDHA RAZATSA SETIAMADENDA

ABSTRAK

Penyakit mata merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang dapat menurunkan kualitas hidup apabila tidak terdeteksi sejak dini. Keterbatasan jumlah tenaga medis spesialis serta fasilitas pemeriksaan oftalmologi di beberapa wilayah menyebabkan proses deteksi dini penyakit mata belum optimal. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya deep learning, membuka peluang untuk membantu proses screening awal penyakit mata secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem screening awal penyakit mata menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) berdasarkan citra non fundus. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset citra penyakit mata eksternal (non fundus) yang terdiri dari lima kelas kondisi mata, yaitu mata normal, katarak, konjungtivitis, eyelid, dan uveitis. Tahapan penelitian meliputi praproses citra, pelatihan model CNN dengan pendekatan transfer learning, serta evaluasi kinerja model menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Sistem yang dikembangkan ditujukan sebagai prototipe screening awal pada konteks penelitian. Hasil evaluasi pada dataset internal tidak dimaksudkan sebagai bukti bahwa model siap digunakan secara klinis atau sebagai alat diagnosis medis. Sebelum penerapan pada layanan kesehatan, diperlukan validasi eksternal menggunakan data dari populasi, institusi, serta kondisi akuisisi yang berbeda dan evaluasi klinis yang sesuai.

Kata kunci: Convolutional Neural Network, Deteksi Awal, Penyakit Mata, Citra Fundus, Deep Learning.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

EARLY DETECTION OF EYE DISEASES USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS ON FUNDUS IMAGES

RADEN ARDHA RAZATSA SETIAMADENDA

ABSTRACT

Eye diseases are one of the health problems that can significantly reduce quality of life if not detected at an early stage. The limited number of ophthalmology specialists and inadequate examination facilities in certain regions have resulted in suboptimal early detection of eye diseases. The advancement of artificial intelligence technology, particularly deep learning, provides opportunities to support automated early screening of eye diseases. This study aims to develop an early eye disease screening system using the Convolutional Neural Network (CNN) method based on non-fundus images. The dataset used in this study is an external ocular disease image dataset consisting of five classes: Normal, Cataract, Conjunctivitis, Eyelid, and Uveitis. The research stages include image preprocessing, CNN model training using transfer learning, and performance evaluation using accuracy, precision, recall, and F1-score. The developed system is positioned as an early-screening research prototype. Performance measured on an internal dataset is not sufficient evidence of clinical readiness and is not intended to replace medical diagnosis. External validation on independent populations, institutions, and image-acquisition conditions, followed by appropriate clinical evaluation, is required before any clinical use.

Keywords: *Convolutional Neural Network, Early Eye Disease Screening, Fundus Imaging, Deep Learning, Medical Image Classification*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**
HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
PERNYATAAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR REPOSITORI UMB ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Teori Utama 5
2.1.1 Penyakit Mata dan Screening Awal 5
2.1.2 Citra Non Fundus 5
2.1.3 Kecerdasan Buatan dan Deep Learning 6
2.1.4 Convolutional Neural Network (CNN) 6
2.1.5 CNN dalam Pengolahan Citra Medis 7
2.1.6 Dataset Citra Penyakit Mata 7
2.1.7 Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi 7
2.2 Teori Pendukung 8
2.2.1 Praproses Citra Digital 8
2.2.2 Data Augmentation 8

https://lib.mercubuana.ac.id

2.2.3 Transfer Learning 9
2.2.4 Klasifikasi Multi-Kelas dan Multi-Label 9
2.2.5 Imbalanced Dataset 9
2.2.6 Fungsi Aktivasi dan Fungsi Loss 9
2.2.7 Validasi dan Evaluasi Model 10
2.3 Penelitian Terdahulu 12
2.4 Gap Penelitian 24
BAB III METODE PENELITIAN 26
3.1 Pendekatan Penelitian 26
3.2 Desain Penelitian 26
3.3 Subjek Penelitian 29
3.4 Instrumen Penelitian 29
3.5 Teknik Pengumpulan Data 30
3.5.1 Dataset Penelitian 30
3.5.2 Perangkat Lunak (*Software*) 30
3.5.3 Perangkat Keras (*Hardware*) 31
3.5.4 Model Convolutional Neural Network (CNN) 31
3.5.5 Teknik Praproses dan Augmentasi Data 31
3.5.6 Metrik Evaluasi Model 31
3.6 Analisis Data 32
3.6.1 Analisis Data Awal 32
3.6.2 Praproses Data 32
3.6.3 Pembersihan Data (*Data Cleaning*) 32
3.6.4 Augmentasi Data 33
3.6.5 Pembagian Data 34
3.6.6 Pelatihan dan Analisis Model 35
3.6.7 Evaluasi Hasil Klasifikasi 35
3.6.8 Interpretasi Hasil 35
3.7 Prosedur Penelitian 36
3.7.1 Rancangan Implementasi Deteksi Mata Non-Fundus Berbasis Kamera 39
3.8 Evaluasi Hasil Penelitian 41

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

3.9 Timeline Penelitian 42
BAB IV PEMBAHASAN 45
4.1 Gambaran Umum Implementasi 45
4.1.1 Lingkungan dan Perangkat Implementasi 45
4.1.2 Alur Implementasi (*Pipeline*).....46
4.2 Implementasi dan Hasil Pre-processing Data 47
4.2.1 Dataset Penelitian.....48
4.2.2 Hasil Eksplorasi Data *(Exploratory Data Analysis)* 48
4.2.3 Hasil Pemuatan, Validasi, dan Normalisasi Citra 49
4.2.4 Hasil Pembagian Data Latih, Validasi, dan Data Uji (Stratified Split)... 50
4.2.5 Hasil Augmentasi Data pada Data Latih.....51
4.2.6 Hasil Penyeimbangan Data dengan SMOTE pada Data Latih 52
4.2.7 Persiapan PyTorch DataLoader.....53
4.3 Implementasi Model Klasifikasi 54
4.3.1 Arsitektur Model EfficientNet-B0 54
4.3.2 Konfigurasi Pelatihan (*Hyperparameter*) 56
4.4 Hasil Pelatihan Model 57
4.5 Hasil Pengujian dan Evaluasi Model 58
4.5.1 Confusion Matrix 58
4.5.2 Precision, Recall, F1-Score, dan AUC per Kelas 60
4.5.3 Ringkasan Hasil Evaluasi.....61
4.5.4 Pengujian Deteksi Mata Non-Fundus dan Klasifikasi Menggunakan Citra Kamera 62
4.5.5 Perbandingan Performa Baseline dan Full Preprocessing/Augmentasi 63
4.6 Pembahasan.....64
4.6.1 Efektivitas Pemisahan Data Sebelum Augmentasi dan SMOTE.....64
4.6.2 Analisis Performa Model per Kelas 64
4.6.3 Pembahasan Pengujian Deteksi Mata Non-Fundus dari Kamera 65
4.6.4 Pembahasan Kontribusi Preprocessing dan Augmentasi 66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 67

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran.....68
DAFTAR PUSTAKA.....69
LAMPIRAN.....71

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 12
Tabel 2. 2 Perbandingan Kuantitatif Penelitian Terdahulu 23
Tabel 4. 1 Pustaka perangkat Lunak yang Digunakan 46
Tabel 4. 2 Distribusi kelas pada Dataset Asli 48
Tabel 4. 3 Hasil pembagian data latih, validasi, dan data uji per kelas 50
Tabel 4. 4 Teknik Augmentasi data dan Parameternya 51
Tabel 4. 5 Distribusi data latih sebelum dan setelah augmentasi 52
Tabel 4. 6 Distribusi Data Latih Sebelum Dan Setelah SMOTE 53
Tabel 4. 7 Rincian Lapisan Classifier Head Custom 56
Tabel 4. 8 Konfigurasi hyperparameter pelatihan model 56
Tabel 4. 9 Hasil Evaluasi Model EfficientNet-B0 pada Data Uji - Eksperimen Awal 57
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Precision, Recall, F1-Score, dan AUC per Kelas - Eksperimen Awal 60
Tabel 4. 11 Ringkasan hasil evaluasi model pada data uji - Eksperimen Awal .. 61
Tabel 4. 12 Hasil pengujian sistem pada 10 subjek normal 62
Tabel 4. 13 Perbandingan performa baseline minimal dan full preprocessing/augmentasi 63

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain Penelitian 27
Gambar 3. 2 Diagram alur implementasi deteksi mata non-fundus dan klasifikasi CNN 41
Gambar 3. 3 Alur Penelitian 44
Gambar 4. 1 Diagram alur (pipeline) pre-processing dan Pemodelan 47
Gambar 4. 2 Contoh citra dataset untuk setiap kelas: *(a) Cataract, (b) Conjunctivitis, (c) Eyelid, (d) Normal, (e) Uveitis* 49
Gambar 4. 3 Distribusi jumlah dan persentase citra per kelas pada dataset asli.. 49
Gambar 4. 4 Distribusi data latih, validasi, dan data uji hasil stratified split 50
Gambar 4. 5 Perbandingan jumlah data latih sebelum dan setelah augmentasi .. 52
Gambar 4. 6 Arsitektur Model Klasifikasi (EfficientNet-B0 + Classifier Head Custom) 55
Gambar 4. 7 Confusion Matrix Hasil Klasifikasi Model EfficientNet-B0 59
Gambar 4. 8 Kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) 61

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi 71
Lampiran 2. Curiculum Vitae 72
Lampiran 3. Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI 73
Lampiran 4. Keterangan BNSP 75

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id