

**ENHANCING EYE DISEASES CLASIFICATION USING
IMBALANCE TRAINING & MACHINE LEARNING**

LAPORAN NON REGULER - SCIENTIST

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



Disusun oleh :

MUHAMMAD AZRUL IHWAN

22.11.5275

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**ENHANCING EYE DISEASES CLASIFICATION USING
IMBALANCE TRAINING & MACHINE LEARNING**

LAPORAN NON REGULER - SCIENTIST

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



Disusun oleh :

MUHAMMAD AZRUL IHWAN

22.11.5275

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

JALUR NON-REGULER

**ENHANCING EYE DISEASES CLASIFICATION USING IMBALANCE
TRAINING & MACHINE LEARNING**

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Azrul Ihwan

22.11.5275

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing

pada tanggal 18 November 2025

Dosen Pembimbing,



Rumini, S.Kom, M.Kom.

NIK. 190302246

HALAMAN PENGESAHAN

JALUR NON-REGULER

ENHANCING EYE DISEASES CLASIFICATION USING IMBALANCE
TRAINING & MACHINE LEARNING

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Azrul Ihwan
22.11.5275

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 18 November 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Arifvanto Hadinegoro, S.Kom., M.T.
NIK. 190302289



Subektiningsih, M.Kom
NIK. 190302413



Rumini, S.Kom., M.Kom
NIK. 190302246



Laporan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 18 November 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Azrul Ihwan

NIM : 22.11.5275

Menyatakan bahwa Laporan dengan judul berikut:

ENHANCING EYE DISEASES CLASIFICATION USING IMBALANCE TRAINING & MACHINE LEARNING

Dosen Pembimbing : Rumini, S.Kom, M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan kegiatan SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak-benaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 18 November 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Azrul Ihwan

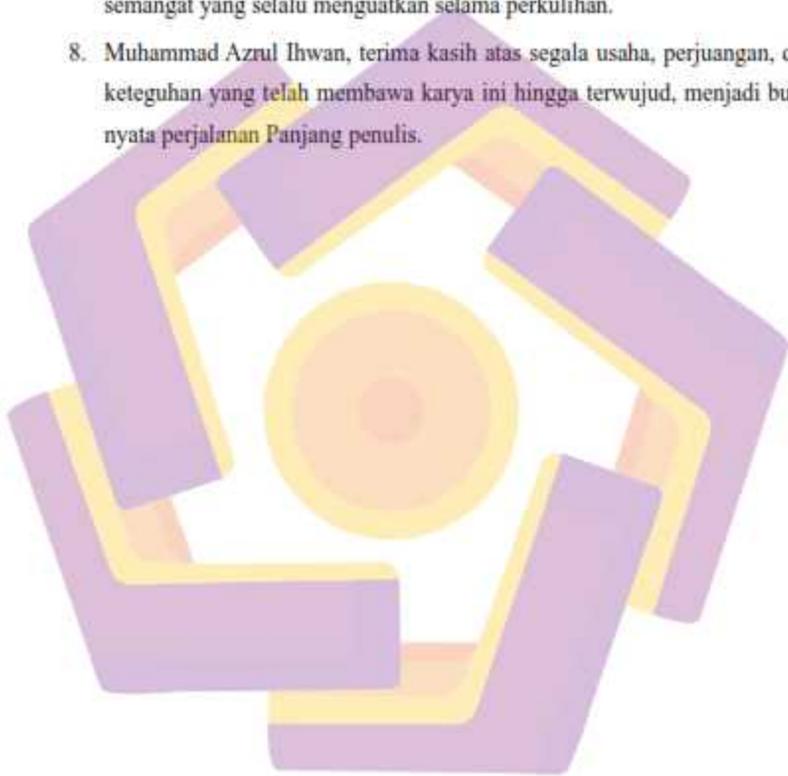
HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Dengan izin dan ridha-Nya, karya ini dapat terselesaikan setelah melalui proses panjang yang penuh doa, usaha, dan pembelajaran berharga.

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini kepada:

1. Dengan segenap rasa syukur, penulis memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Kepada Bapak Jumadi dan Ibunda tercinta Sukamti, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam kehidupan penulis. Atas segala limpahan kasih sayang yang tak terhingga, doa yang tiada henti, dukungan moril maupun material yang tidak pernah putus, serta pengorbanan dalam mengusahakan segala hal demi menunjang kehidupan dan perjalanan studi penulis.
3. Ibu Rumini, S.Kom, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing yang sudah membantu dalam pembuatan laporan penulisan, atas segala bimbingan, arahan, semangat yang diberikan, serta selalu sabar dalam membimbing penulisan laporan hingga terselesaikan penelitian ini.
4. Bapak Ajie Kusuma Wardhana, S.Kom, M.Eng, selaku Dosen yang sudah membantu Riset, atas segala bimbingan, arahan, semangat yang diberikan, serta kesabarannya dalam membimbing penulis hingga terselesaikannya penelitian ini.
5. Bapak Kamarudin, S.Kom, M.Kom, selaku Dosen Wali, atas perhatian, arahan, serta dukungan yang selalu diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.

6. Teman-teman tongkrongan RAMBE yang selalu memberikan dukungan, terima kasih juga untuk canda dan tawa, serta kebersamaan yang selalu menguatkan selama masa perkuliahan dan yang selalu dapat di ajak kerjasama apabila ada tugas perkuliahan.
7. Teman-teman di 22 IF 12, terima kasih atas kebersamaan, Kerjasama, dan semangat yang selalu menguatkan selama perkuliahan.
8. Muhammad Azrul Ihwan, terima kasih atas segala usaha, perjuangan, dan keteguhan yang telah membawa karya ini hingga terwujud, menjadi bukti nyata perjalanan Panjang penulis.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga laporan kelulusan ini dapat terselesaikan dengan baik. Keberhasilan dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M, selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta
3. Ibu Eli Pujiastuti, M.Kom., selaku Ketua Program Studi SI Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta.
4. Ibu Rumini, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang senantiasa diberikan hingga terselesaikannya penelitian ini.
5. Bapak Ajie Kusuma Wardhana, S.Kom., M.Eng., selaku Dosen yang membantu riset dan eksperimen atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang diberikan hingga terselesaikannya paper ini.

Yogyakarta, 10 November 2025

Penulis

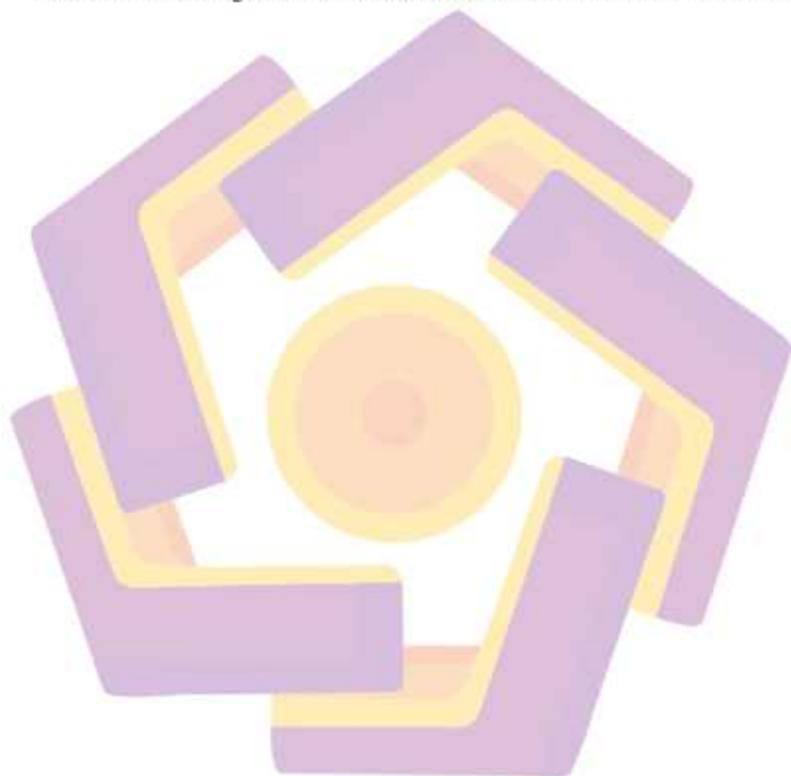
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
Bab II Tinjauan Pustaka.....	4
2.1. Studi Literatur.....	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Penyakit Mata.....	6
2.2.2. Citra Retina.....	7
2.2.3. Machine Learning.....	7
2.2.4. Feature Extraction.....	7
2.2.5. SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique).....	7
2.2.6. PCA (Principal Component Analysis).....	8
2.2.7. Normalisasi Data.....	8
BAB III Metode Penelitian.....	9

3.1. Metode.....	9
3.1.1. Problem Identification & Literature Review.....	11
3.1.2. Gathering Data	11
3.1.3. Feature Extraction	12
3.1.4. Balancing Data	12
3.1.5. PCA.....	12
3.1.6. Splitting Data	13
3.1.7. Data Normalization	13
3.1.8. Modelling Training	14
3.1.9. Evaluation	14
3.1.10. Result Documentation & Analysis.....	17
BAB IV Pembahasan	19
4.1. Sub Pembahasan	19
4.1.1. Feature Extraction	19
4.1.2. Balancing Data	20
4.1.3. PCA (Principal Component Analysis).....	22
4.1.4. Splitting Data	22
4.1.5. Data Normalization	23
4.1.6. Evaluation	23
4.1.7. Confusion Matrix	26
4.1.8. Cross Validation	38
BAB V Kesimpulan	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran.....	41
Referensi	43
Curriculum Vitae	46
Lampiran dan Bukti Pendukung.....	48
a. Letter of Acceptance (LOA).....	48
b. Lembar Review	49
c. Bukti Terbit/Terindex	51
d. Bukti pembayaran	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 2 Class Dataset	11
Tabel 3. 3 Evaluation Matrix	15
Tabel 4. 3 Perbandingan 10-Fold Cross Validation	38

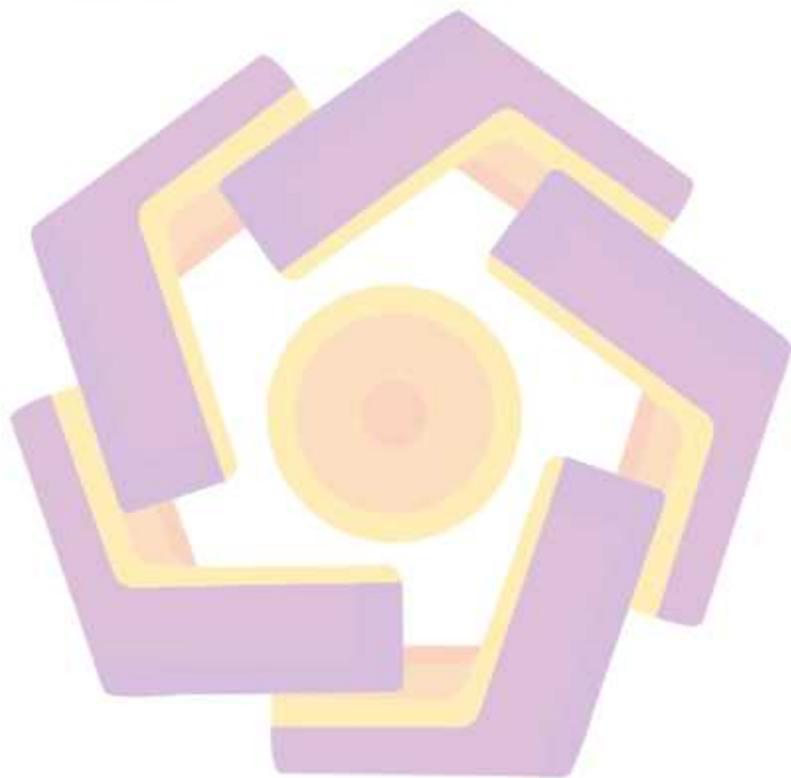


DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Research Flow	10
Gambar 4. 1 Visualisasi Feature Extraction	19
Gambar 4. 2 Sebelum Dilakukan SMOTE.....	21
Gambar 4. 3 Setelah Dilakukan SMOTE.....	21
Gambar 4. 4 Model Logistic Regression.....	27
Gambar 4. 5 Model Decision Tree.....	28
Gambar 4. 6 Model Random Forest.....	29
Gambar 4. 7 Model Gradient Boosting.....	30
Gambar 4. 8 Model Support Vector Machine.....	31
Gambar 4. 9 Model AdaBoost.....	32
Gambar 4. 10 Model Naive Bayes.....	33
Gambar 4. 11 Model K-Nearest Neighbors	34
Gambar 4. 12 Model XGBoost.....	35
Gambar 4. 13 Model LighGBM.....	36
Gambar 4. 14 Model MLP.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

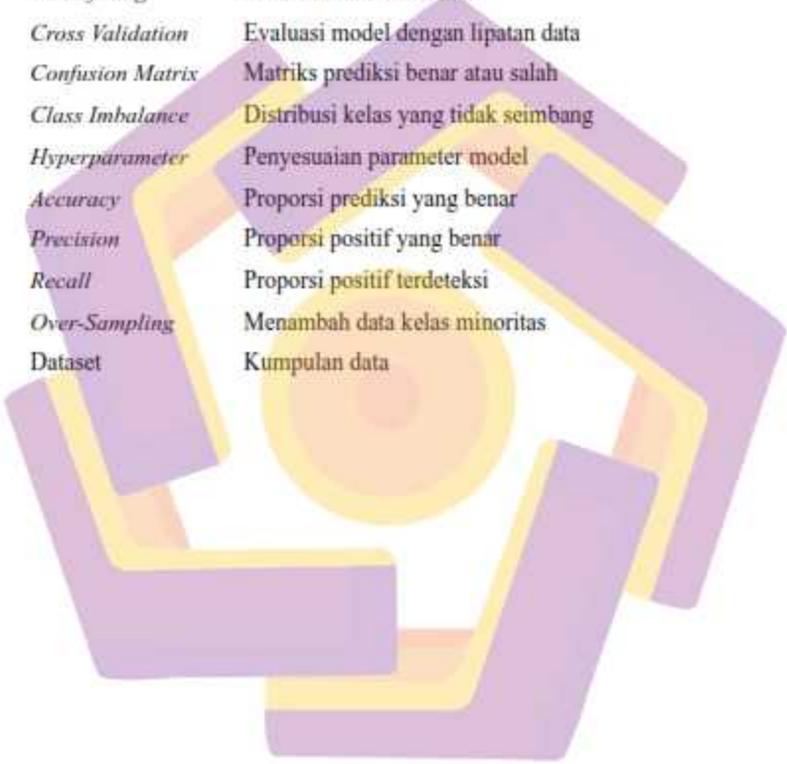
Letter of Acceptance (LOA).....	48
Lembar Review	49
Bukti Terbit/Terindex	51
Bukti pembayaran	52



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

x_i	Fitur vector dari sampel kelas minoritas yang dipilih.
x_{zi}	Salah satu tetangga terdekat dari x_i dalam kelas minoritas.
δ	Bilangan acak antara 0 dan 1, digunakan untuk interpolasi linier.
x_{new}	Data sintesis baru dari interpolasi
ANFIS	<i>Adaptive Network Fuzzy Inference System</i>
SVM	<i>Support Vector Machines</i>
SMOTE	Synthetic Minority Over-sampling Technique
PCA	Principal Component Analysis
CNN	Convolutional Neural Network
ML	Machine Learning
TP	True Positive
FN	False Negative
FP	False Positive
TN	True Negative
LR	Logistic Regression
DT	Decision Tree
RF	Random Forest
GB	Gradient Boosting
AB	Ada Boost
NB	Naive Bayes
KNN	K-Nearest Neighbors
MLP	Multi Layer Perceptron
XGB	eXtreme Gradient Boosting
LGBM	Light Gradient Boosting Machine

DAFTAR ISTILAH



Vektor	besaran yang mempunyai arah
<i>Eigen Value</i>	akar-akar persamaan
<i>Overfitting</i>	Model terlalu sesuai data latih
<i>Underfitting</i>	Model terlalu sederhana
<i>Cross Validation</i>	Evaluasi model dengan lipatan data
<i>Confusion Matrix</i>	Matriks prediksi benar atau salah
<i>Class Imbalance</i>	Distribusi kelas yang tidak seimbang
<i>Hyperparameter</i>	Penyesuaian parameter model
<i>Accuracy</i>	Proporsi prediksi yang benar
<i>Precision</i>	Proporsi positif yang benar
<i>Recall</i>	Proporsi positif terdeteksi
<i>Over-Sampling</i>	Menambah data kelas minoritas
Dataset	Kumpulan data

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai algoritma pembelajaran mesin dalam mengklasifikasikan penyakit mata berdasarkan gambar retina. Dataset terdiri dari empat kategori penyakit mata: Katarak, Retinopati Diabetes, Glaukoma, dan Normal. Metode ekstraksi fitur menggunakan pendekatan transfer learning dengan ResNet50, diikuti oleh SMOTE untuk penyeimbangan data, PCA untuk pengurangan dimensi, dan normalisasi untuk penskalaan data secara konsisten. Sebelas model machine learning dievaluasi, termasuk algoritma dasar, metode ensemble, dan jaringan saraf tiruan. Evaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. K-Fold Cross Validation juga digunakan untuk mengamati generalisasi semua model. Hasil menunjukkan bahwa algoritma XGBoost mencapai kinerja tertinggi dengan akurasi 92,03%, diikuti oleh LightGBM 91,88% dan MLP 91,50%. K-Fold Validation juga meningkatkan kinerja MLP, yang mencapai akurasi rata-rata 91,94% dengan standar deviasi 0,0178. Studi ini berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi dibandingkan dengan studi sebelumnya dan menunjukkan potensi signifikan untuk aplikasi klinis di lingkungan dengan sumber daya terbatas.

Kata kunci: Klasifikasi Penyakit Mata, XGBoost, LightGBM, SMOTE

ABSTRACT

This research aims to evaluate the effectiveness of various machine learning algorithms in classifying eye diseases based on retinal images. The dataset comprises four categories of eye diseases: Cataract, Diabetic Retinopathy, Glaucoma, and Normal. The feature extraction method employed a transfer learning approach using ResNet50, followed by SMOTE for data balancing, PCA for dimensionality reduction, and normalization for scaling data consistently. Eleven machine learning models were evaluated, including basic algorithms, ensemble methods, and neural networks. The evaluation utilized metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. K-Fold Cross Validation is also employed to observe all models' generalisation. The results revealed that the XGBoost algorithm achieved the highest performance with an accuracy of 92.03%, followed by LightGBM 91.88% and MLP 91.50%. K-Fold Validation also improved the MLP performance, which achieved an average accuracy of 91.94% with a standard deviation of 0.0178. This study successfully enhanced classification accuracy compared to previous studies and shows significant potential for clinical applications in resource-limited environments.

Keyword: Eye Disease Classification, XGBoost, LightGBM, SMOTE.