



SKRIPSI

**KLASIFIKASI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN
ENSEMBLE WEIGHTED AVERAGE PADA
ARSITEKTUR INCEPTIONV3 MOBILENETV2 DAN
XCEPTION**

IRSYAD RAFI NAUFALDI
NPM 21081010017

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

KLASIFIKASI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN ENSEMBLE WEIGHTED AVERAGE PADA ARSITEKTUR INCEPTIONV3 MOBILENETV2 DAN XCEPTION

IRSYAD RAFI NAUFALDI
NPM 21081010017

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN ENSEMBLE WEIGHTED AVERAGE PADA ARSITEKTUR INCEPTIONV3 MOBILENETV2 DAN XCEPTION

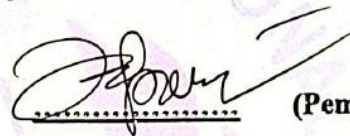
Oleh :

IRSYAD RAFI NAUFALDI
NPM. 21081010017

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal
14 November 2025.

Menyetujui

Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs
NIP. 19730512 200501 2 003



(Pembimbing I)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom
NIP. 19890705 202121 2 002



(Pembimbing II)

Dr. Faisal Muttaqin, S.Kom., M.T
NIP. 19851231 202121 1 009



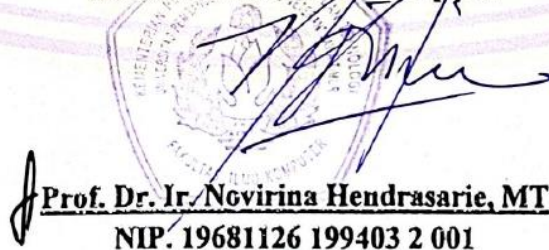
(Ketua Penguji)

Muhammad Muharrom Al Haromainy,
S.Kom., M.Kom
NIP. 19950601 202203 1 006



(Anggota Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Ngvirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**KLASIFIKASI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN ENSEMBLE WEIGHTED
AVERAGE PADA ARSITEKTUR INCEPTIONV3 MOBILENETV2 DAN
XCEPTION**

Oleh :
IRSYAD RAFI NAUFALDI
NPM. 21081010017

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer


Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom
NIP. 19820211 202121 2 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Irsyad Rafi Naufaldi
NPM : 21081010017
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 November 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Irsyad Rafi Naufaldi

NPM. 21081010017

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Irsyad Rafi Naufaldi / 21081010017
Judul Skripsi : Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Ensemble
Weighted Average Pada Arsitektur InceptionV3
MobileNetV2 dan Xception
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

Kesehatan mata sangat penting dalam kehidupan manusia. Namun karena mengalami gangguan penglihatan dapat menurunkan produktivitas hingga menyebabkan kebutaan. Di Indonesia, keterbatasan jumlah serta ketimpangan distribusi dokter spesialis mata menyebabkan diagnosis penyakit mata sering terlambat. Maka dari itu dibutuhkan AI untuk melakukan diagnosis secara dini. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi penyakit mata berbasis *deep learning* menggunakan metode *Ensemble Weighted Average (EWA)* yang menggabungkan tiga arsitektur *Transfer Learning* terbaik, yaitu InceptionV3, MobileNetV2, dan Xception. Dataset citra fundus dari Kaggle digunakan dengan empat kelas: *cataract*, *diabetic retinopathy*, *glaucoma*, dan *normal*. Proses penelitian meliputi *preprocessing* (pembagian data, *resize*, dan normalisasi) pelatihan, dan penggabungan hasil prediksi model dengan pembobotan berdasarkan akurasi masing-masing model. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* dengan dua skema data (60:20:20 dan 70:15:15). Hasil menunjukkan metode *Ensemble Weighted Average* meningkatkan akurasi menjadi 92,22% pada pembagian data 70:15:15, lebih tinggi dibanding model tunggal. Sistem kemudian diimplementasikan ke dalam *website* berbasis Flask untuk membantu diagnosis dini penyakit mata secara cepat, akurat, dan efisien.

Kata kunci : Ensemble Weighted Average, Transfer Learning, InceptionV3, MobileNetV2, Xception, Penyakit Mata

ABSTRACT

Student Name / NPM : Irsyad Rafi Naufaldi / 21081010017
Thesis Title : Eye Disease Classification Using Ensemble
Weighted Average on InceptionV3 MobileNetV2
and Xception Architectures
Advisors : 1. Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

Eye health plays a crucial role in human life. Visual impairment can significantly reduce productivity and may even lead to blindness. In Indonesia, the limited number and uneven distribution of ophthalmologists often result in delayed diagnosis of eye diseases. Therefore, an AI-based system is needed to support early detection. This study aims to develop an eye disease classification system using deep learning with the Ensemble Weighted Average (EWA) method, which combines three top-performing Transfer Learning architectures: InceptionV3, MobileNetV2, and Xception. A fundus image dataset from Kaggle was used, consisting of four classes: cataract, diabetic retinopathy, glaucoma, and normal. The research process includes preprocessing (data splitting, resizing, and normalization), model training, and ensemble prediction using weights derived from each model's accuracy. Evaluation was carried out using accuracy, precision, recall, and F1-score across two data split schemes (60:20:20 and 70:15:15). The results show that the Ensemble Weighted Average method improves accuracy to 92.22% using the 70:15:15 split, outperforming individual models. The system was then deployed into a Flask-based website to facilitate fast, accurate, and efficient early diagnosis of eye diseases.

Keywords : Ensemble Weighted Average, Transfer Learning, InceptionV3, MobileNetV2, Xception, Eye Disease

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Ensemble Weighted Average Pada Arsitektur InceptionV3 MobileNetV2 dan Xception”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang diberikan selama hidup ini. Penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moral, spiritual maupun material. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe ST., M.Cs. dan Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, solusi, serta motivasi dari awal hingga akhir penulisan skripsi
4. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi baik dari sisi akademis maupun non akademis.
5. Kedua orang tua penulis, Sokhibul dan Niken Ambarsari. Atas segala doa, kasih sayang, dukungan, nasihat, doa, dan pengorbanan yang tiada henti. Penulis tidak akan mampu mencapai titik ini tanpa kehadiran dan pengorbanan mereka.
6. Kakak dan adik kandung penulis, Nadiah Tasya Fira dan Rangga Fauzan Galy, yang selalu memberikan semangat, dukungan maupun doa untuk kelancaran dalam penyusunan skripsi.

7. Valga Frieske Damarinka, terima kasih telah memotivasi, mendukung, dan menemani dari awal pengerjaan skripsi hingga saat ini.
8. Teman-teman kontrakan dan “Pejuang S.Kom”, Aldi, Lana, Rengga, Dewa, Surya, Richard, Safiq, Ammar, Dicky, Gany, Alex, Thoriq, Dodek, Feno yang selalu ada untuk memberikan dukungan, bantuan dan kebersamaan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
9. Serta teman-teman atau rekan-rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dari terlaksananya penelitian ini hingga selesai.
10. Terakhir, ucapan terima kasih kepada diri sendiri atas perjuangan dan ketekunan yang tanpa henti dalam menimba ilmu serta menyelesaikan studi ini hingga akhir. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah meski menghadapi berbagai tantangan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat menjadi sumber inspirasi dan informasi bagi pembaca.

Surabaya, 30 November 2025

Penulis,

Irsyad Rafi Naufaldi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR KODE PROGRAM	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Penyakit Mata.....	9
2.2.1 Katarak.....	10
2.2.2 Diabetik Retinopati.....	10
2.2.3 Glaukoma.....	11
2.3 Pengolahan Citra Digital	11
2.4 <i>Deep Learning</i>	13

2.5	CNN	14
2.5.1	<i>Feature Learning</i>	15
2.5.2	<i>Classification</i>	19
2.6	<i>Transfer Learning</i>	20
2.7	InceptionV3.....	21
2.8	MobileNetV2.....	23
2.9	Xception	26
2.10	<i>Ensemble Weighted Average</i>	28
2.11	<i>Confusion Matrix</i>	29
2.12	<i>Performance Matrix</i>	30
2.13	Flask	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Tahapan Penelitian	33
3.2	Studi Literatur	34
3.3	Pengumpulan Data	34
3.4	<i>Preprocessing</i>	35
3.4.1	Data Splitting.....	36
3.4.2	Resize.....	36
3.4.3	Normalisasi.....	36
3.5	Perancangan Model.....	37
3.5.1	<i>Pretrained Model</i>	38
3.5.2	<i>Fine-Tuning InceptionV3</i>	39
3.5.3	<i>Fine-Tuning MobileNetV2</i>	44
3.5.4	<i>Fine-Tuning Xception</i>	48
3.5.5	<i>Ensemble Weighted Average</i>	53
3.6	Skenario Pengujian.....	54

3.7	Evaluasi Model.....	55
3.8	Implementasi Website.....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Pengumpulan Data	57
4.2	Implementasi Program	58
4.2.1	Menyiapkan Data dan Label Class	58
4.2.2	Preprocessing.....	59
4.2.3	Pretrained Model	62
4.2.4	Fine-Tuning Model.....	65
4.2.5	Ensemble Weighted Average	67
4.3	Hasil Skenario Pengujian InceptionV3	70
4.3.1	Pembagian Data 60:20:20.....	70
4.3.2	Pembagian Data 70:15:15.....	72
4.4	Hasil Skenario Pengujian MobileNetV2.....	74
4.4.1	Pembagian Data 60:20:20.....	74
4.4.2	Pembagian Data 70:15:15.....	76
4.5	Hasil Skenario Pengujian Xception	78
4.5.1	Pembagian Data 60:20:20.....	78
4.5.2	Pembagian Data 70:15:15.....	80
4.6	Hasil Pengujian <i>Ensemble Weighted Average</i>	82
4.6.1	Pembagian Data 60:20:20.....	82
4.6.2	Pembagian Data 70:15:15.....	85
4.6.3	Model Ensemble Weighted Average Terbaik	87
4.7	Implemetasi Website.....	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		90
5.1	Kesimpulan	90

5.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....		93
LAMPIRAN.....		98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Katarak	10
Gambar 2.2 Diabetik Retinopati	11
Gambar 2.3 Glaukoma	11
Gambar 2.4 Pengolahan Citra Digital	12
Gambar 2.5 Arsitektur Deep Learning.....	13
Gambar 2.6 Convolutional Neural Network (CNN)	15
Gambar 2.7 Operasi Konvolusi.....	16
Gambar 2.8 Penerapan Stride.....	16
Gambar 2.9 Operasi ReLU.....	17
Gambar 2.10 Max Pooling	18
Gambar 2.11 Average Pooling.....	18
Gambar 2.12 Flatten.....	19
Gambar 2.13 Fully Connected Layer	20
Gambar 2.14 Arsitektur InceptionV3.....	21
Gambar 2.15 Depthwise Separable Convolution	23
Gambar 2.16 Lapisan Bottleneck.....	24
Gambar 2.17 Arsitektur Xception	26
Gambar 2.18 Confusion Matrix	30
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Dataset Kaggle	35
Gambar 3.3 Jumlah Data Setiap Kelas.....	35
Gambar 3.4 Tahapan Alur Preprocessing Data.....	36
Gambar 3.5 Perancangan Model	37
Gambar 3.6 Modifikasi <i>Fully Connected Layer</i>	38
Gambar 3.7 Input Gambar InceptionV3.....	39
Gambar 3.8 Channel RGB Input Gambar InceptionV3	39
Gambar 3.9 Konvolusi 1x1 InceptionV3	40
Gambar 3.10 Konvolusi 1x3	41
Gambar 3.11 Konvolusi 3x1	41
Gambar 3.12 Global Average Pooling.....	42

Gambar 3.13 Dense Layer.....	42
Gambar 3.14 Softmax	43
Gambar 3.15 Fine-Tuning InceptionV3	44
Gambar 3.16 Input Gambar MobileNetV2	44
Gambar 3.17 Channel RGB Input Gambar MobileNetV2.....	45
Gambar 3.18 Expansion Layer.....	45
Gambar 3.19 Aktivasi ReLU6.....	46
Gambar 3.20 Depthwise Convolution.....	46
Gambar 3.21 Aktivasi ReLU6.....	46
Gambar 3.22 Projection Layer	47
Gambar 3.23 Fine-Tuning MobileNetV2.....	48
Gambar 3.24 Input Gambar Xception	49
Gambar 3.25 Channel RGB Input Gambar Xception	49
Gambar 3.26 Konvolusi 1x1	50
Gambar 3.27 Depthwise Convolution.....	50
Gambar 3.28 <i>Pointwise Convolution</i>	51
Gambar 3.29 <i>Max pooling</i>	51
Gambar 3.30 Residual Connection	52
Gambar 3.31 Fine-Tuning Xception	52
Gambar 4.1 Jumlah Dataset Penyakit Mata.....	57
Gambar 4.2 Hasil untuk Menampilkan Data pada Setiap Kelas.....	59
Gambar 4.3 Hasil Membuat Folder untuk Pembagian Data	61
Gambar 4.4 Hasil Pembagian Data	61
Gambar 4.5 Jumlah Sampel Data Uji Tiap Model	67
Gambar 4.6 <i>Pretrained</i> InceptionV3 60:20:20	70
Gambar 4.7 Grafik Fine-Tuning InceptionV3 60:20:20	72
Gambar 4.8 <i>Pretrained</i> InceptionV3 70:15:15	73
Gambar 4.9 Grafik Fine-Tuning InceptionV3 70:15:15	74
Gambar 4.10 <i>Pretrained</i> MobileNetV2 60:20:20	75
Gambar 4.11 Grafik Fine-Tuning MobileNetV2 60:20:20	76
Gambar 4.12 <i>Pretrained</i> MobileNetV2 70:15:15	76
Gambar 4.13 Grafik Fine-Tuning MobileNetv2 70:15:15.....	78

Gambar 4.14 Pretrained Xception 60:20:20.....	78
Gambar 4.15 Grafik Fine-Tuning Xception 60:20:20.....	80
Gambar 4.16 Pretrained Xception 70:15:15.....	80
Gambar 4.17 Grafik Fine-Tuning Xception 70:15:15.....	82
Gambar 4.18 Evaluasi Model Ensemble Weighted Average 60:20:20.....	83
Gambar 4.19 Confusion Matrix Ensemble Weighted Average 60:20:20	84
Gambar 4.20 Evaluasi Model Ensemble Weighted Average 70:15:15.....	86
Gambar 4.21 Confusion Matrix Ensemble Weighted Average 70:15:15	86
Gambar 4.22 Hasil Implementasi Website.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Detail Lapisan InceptionV3	22
Tabel 2.2 Detail Lapisan MobileNetV2	25
Tabel 2.3 Detail Lapisan Xception.....	27
Tabel 3.1 Data Splitting.....	36
Tabel 3.2 Hyperparameter Training Model	55
Tabel 4.1 Hasil Skenario Pengujian InceptionV3 60:20:20.....	71
Tabel 4.2 Hasil Skenario Pengujian InceptionV3 70:15:15.....	73
Tabel 4.3 Hasil Skenario Pengujian MobileNetV2 60:20:20.....	75
Tabel 4.4 Hasil Skenario Pengujian MobileNetV2 70:15:15.....	77
Tabel 4.5 Hasil Skenario Pengujian Xception 60:20:20	79
Tabel 4.6 Hasil Skenario Pengujian Xception 70:15:15	81
Tabel 4.7 Model Terbaik 60:20:20.....	82
Tabel 4.8 Model Terbaik 70:15:15.....	85
Tabel 4.9 Model Ensemble Weighted Average Terbaik.....	87

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4.1 Menampilkan Data dan Label Kelas.....	58
Kode Program 4.2 <i>Resize</i> dan <i>Split</i> Data	60
Kode Program 4.3 Normalisasi.....	62
Kode Program 4.4 <i>Pretrained</i>	63
Kode Program 4.5 Pelatihan Model <i>Pretrained</i>	64
Kode Program 4.6 <i>Fine-Tuning</i>	65
Kode Program 4.7 Pelatihan <i>Fine-Tuning</i>	66
Kode Program 4.8 Pemanggilan Data Uji.....	67
Kode Program 4.9 Perhitungan Bobot	68
Kode Program 4.10 Menggabungkan Hasil Prediksi.....	68
Kode Program 4.11 Prediksi <i>Ensemble Weighted Average</i>	69
Kode Program 4.12 <i>Confusion Matrix</i>	70