

**OPTIMALISASI KLASIFIKASI CITRA MEDIS KATARAK
MENGUNAKAN ARSITEKTUR MOBILENETV2 DENGAN
PENERAPAN *CALLBACKS***

SKRIPSI

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



disusun oleh

DICO FATHATUL RIZKI

22.11.4656

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2026**

**OPTIMALISASI KLASIFIKASI CITRA MEDIS KATARAK
MENGUNAKAN ARSITEKTUR MOBILENETV2 DENGAN
PENERAPAN *CALLBACKS***

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

DICO FATHATUL RIZKI

22.11.4656

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI KLASIFIKASI CITRA MEDIS KATARAK
MENGGUNAKAN ARSITEKTUR MOBILENETV2 DENGAN
PENERAPAN *CALLBACKS*

yang disusun dan diajukan oleh

Dico Fathatul Rizki

22.11.4656

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 18 Mei 2026

Dosen Pembimbing,



Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**OPTIMALISASI KLASIFIKASI CITRA MEDIS KATARAK
MENGUNAKAN ARSITEKTUR MOBILENETV2 DENGAN
PENERAPAN *CALLBACKS***

yang disusun dan diajukan oleh

Dico Fathatul Rizki

22.11.4656

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 18 Mei 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Nafiatun Sholihah, S.Kom., M.Cs.
NIK. 190302524

Ibnu Hadi Purwanto, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302390

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 18 Mei 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Dico Fathatul Rizki
NIM : 22.11.4656

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

OPTIMALISASI KLASIFIKASI CITRA MEDIS KATARAK MENGGUNAKAN ARSITEKTUR MOBILENETV2 DENGAN PENERAPAN CALLBACKS

Dosen Pembimbing : Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.

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 penelitian **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 ketidakbenaran 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 Mei 2026

Yang Menyatakan,



10000
METRAL
TEMPEL
ACACBA0004254148

Dico Fathatul Rizki

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimalisasi Klasifikasi Citra Medis Katarak Menggunakan Arsitektur MobileNetV2 dengan Penerapan *Callbacks*". Penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari bantuan, doa, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Mama Tercinta, sosok yang menjadi alasan dan kekuatan terbesar bagi penulis untuk sampai di titik ini. Setelah perpisahan panjang, pertemuan kembali kita adalah mukjizat terindah yang pernah Tuhan gariskan. Terima kasih karena telah kembali, mendekap penulis dengan kasih sayang yang tak pernah luntur, dan dengan seluruh jiwa raga mengusahakan pendidikan penulis di saat keadaan tidak lagi memungkinkan. Jika dahulu dalam karya Mama, penulis disebut sebagai "*Mutiara hati yang memberi warna indah dan semangat*", maka skripsi ini adalah jawaban tulus dari "*Mutiara Hati*"-mu. Skripsi ini merupakan bakti kecil dan bukti bahwa Mama telah berhasil menuntun penulis hingga saat ini. Terima kasih telah menjadi pelangi yang menetap setelah badai panjang dalam hidup penulis.
2. Bapak Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, waktu, dan arahan yang sangat berharga.
3. Keluarga dan Teman-teman seperjuangan, terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan dukungan moral yang kalian berikan selama ini.
4. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi informasi medis, khususnya sebagai alat bantu skrining katarak bagi masyarakat. Semoga karya ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

Yogyakarta, 07 November 2025

Penulis

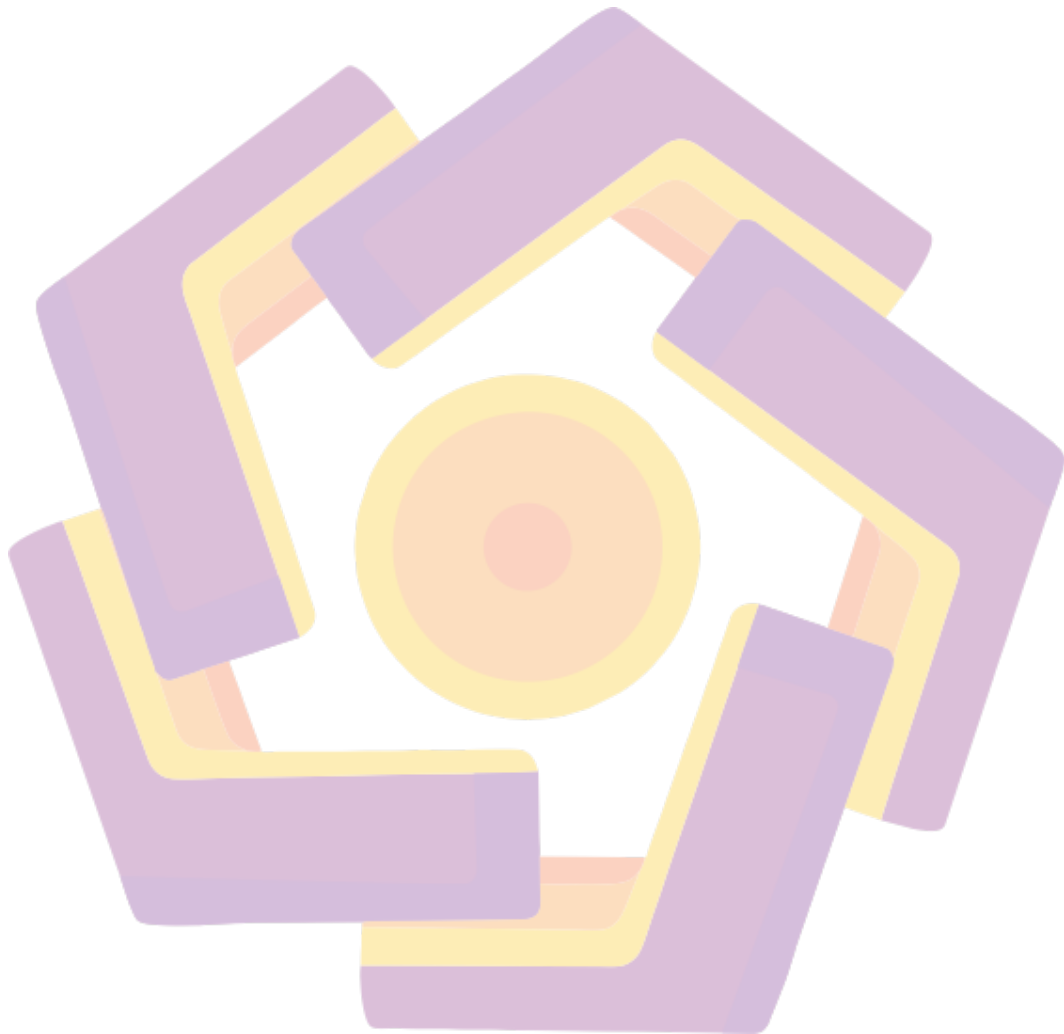
DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
INTISARI.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Katarak	9
2.2.2 Kecerdasan Buatan dan <i>Deep Learning</i>	9
2.2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
2.2.4 <i>Transfer Learning</i>	10
2.2.5 MobileNetV2.....	11
2.2.6 Metrik Evaluasi Komprehensif.....	12
2.2.7 <i>Callbacks</i>	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Objek Penelitian.....	15
3.2 Alur Penelitian	16

3.2.1 Persiapan dan Konfigurasi Data	17
3.2.2 Pembagian <i>Dataset</i> dan Perhitungan <i>Class Weights</i>	17
3.2.3 Pembangunan Arsitektur	17
3.2.4 Konfigurasi <i>Callbacks</i> & Pelatihan Model.....	17
3.2.5 Evaluasi dan Visualisasi	18
3.2.6 Pengujian Prediksi dan Ekspor Model.....	19
3.3 Alat dan Bahan.....	19
3.3.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	19
3.3.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	20
3.3.3 Bahan (<i>Data</i>).....	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Konfigurasi dan Prapemrosesan Data.....	22
4.2 Hasil Pembangunan Arsitektur Model.....	22
4.3 Hasil Pelatihan Model dan Penerapan <i>Callbacks</i>	24
4.4 Hasil Pengujian dan Evaluasi Kinerja.....	25
4.5 Hasil Pengujian Prediksi Citra Tunggal.....	28
4.6 Analisis dan Pembahasan Keseluruhan.....	29
4.7 Analisis Komparatif Performa Model dengan dan Tanpa <i>Callbacks</i>	31
4.8 Implementasi Sistem Berbasis Web.....	33
4.8.1 Pengembangan Antarmuka Pengguna (<i>Frontend</i>).....	33
4.8.2 Pengembangan <i>Backend</i> dan Infrastruktur AI.....	33
4.8.3 Integrasi dan Alur Komunikasi Sistem.....	34
4.8.4 Tampilan Antarmuka Website (<i>User Interface</i>).....	35
BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	38
Referensi.....	39

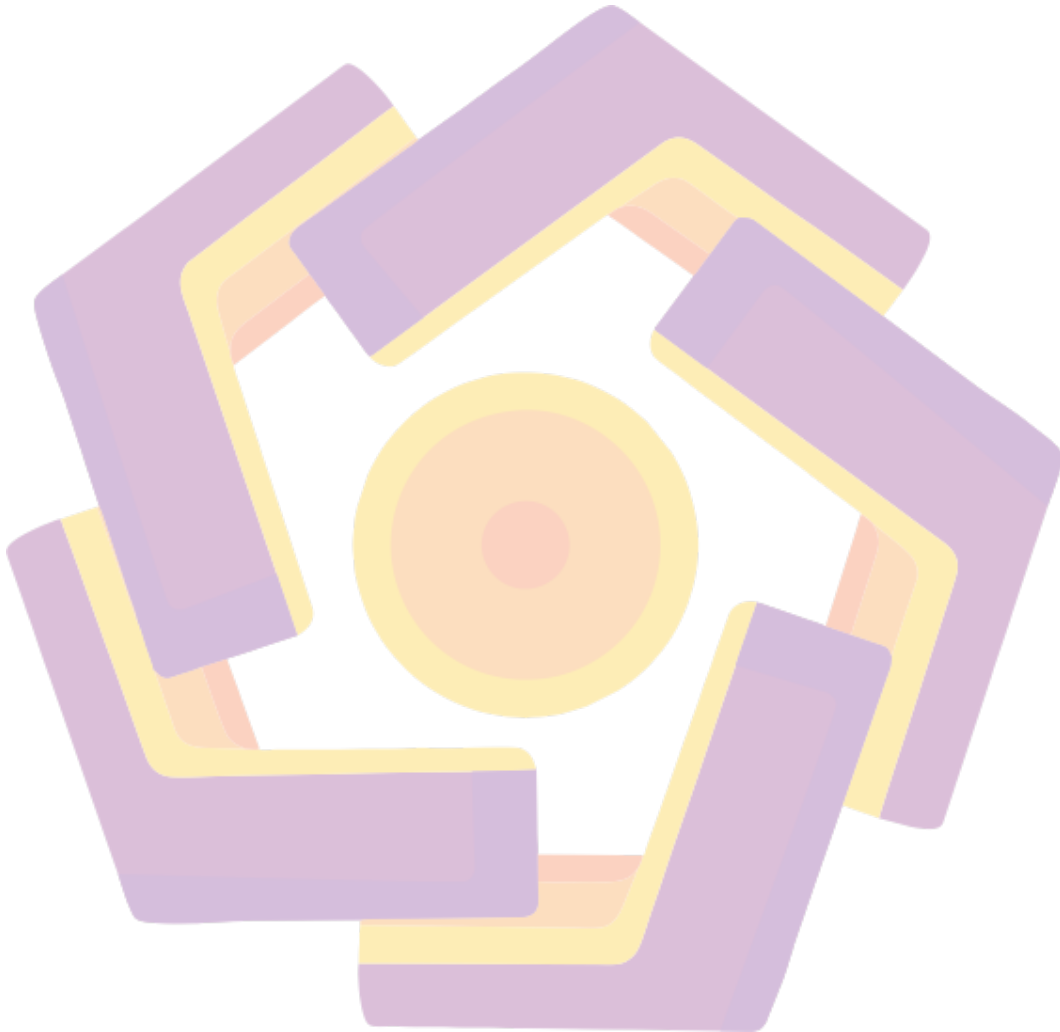
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	7
Tabel 2.1 Lanjutan	8
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	20
Tabel 3.3 Distribusi <i>Dataset</i> Citra Katarak	21
Tabel 4.1 Hasil <i>Classification Report</i> pada Data Uji	26
Tabel 4.2 Perbandingan Metrik Performa <i>Callbacks</i>	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian	16
Gambar 4.1 Ringkasan Arsitektur Model (<i>Model Summary</i>)	23
Gambar 4.2 Grafik Kurva Akurasi dan <i>Loss</i> pada Proses Pelatihan	25
Gambar 4.3 Visualisasi <i>Confusion Matrix</i> pada Data Uji	27
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Uji Coba Prediksi pada Citra Tunggal (<i>Immature</i>)	28
Gambar 4.5 Hasil Simulasi Uji Coba Prediksi pada Citra Tunggal (<i>Mature</i>)	28
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Uji Coba Prediksi pada Citra Tunggal (Normal)	28
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Utama dan Form Unggah Citra Screenshot	35
Gambar 4.8 Tampilan Antarmuka Saat Menampilkan Hasil Prediksi	36



INTISARI

Katarak adalah penyebab utama kebutaan global yang sebenarnya dapat dicegah melalui deteksi dan penanganan dini. Namun, proses skrining secara manual yang dilakukan oleh spesialis mata dihadapkan pada keterbatasan sumber daya, tingginya biaya pemeriksaan, serta jangkauan fasilitas kesehatan yang tidak merata di berbagai daerah. Keterbatasan akses terhadap deteksi dini ini menghadirkan tantangan diagnostik yang serius, karena menghambat penanganan tepat waktu dan secara langsung berdampak pada peningkatan angka kebutaan permanen di masyarakat, terutama pada negara-negara berkembang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi inovatif berbasis teknologi untuk mengotomatisasi proses analisis citra medis secara cepat, akurat, dan dapat diakses dengan mudah oleh berbagai kalangan.

Penelitian ini mengusulkan solusi otomatisasi menggunakan pendekatan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*), secara khusus menerapkan teknik *Transfer Learning* dengan memanfaatkan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) ringan yaitu MobileNetV2. Alur penyelesaian masalah diawali dengan pengumpulan 3.709 citra mata dari dataset publik Kaggle yang dibagi menjadi tiga kelas kondisi: katarak matur, katarak imatur, dan mata normal. Data tersebut kemudian melalui tahap prapemrosesan, augmentasi, pembagian dataset (rasio 70:15:15), dan penyesuaian bobot kelas untuk menangani ketidakseimbangan data. Proses pelatihan model dioptimalkan secara dinamis menggunakan kombinasi tiga fungsi kontrol (*callbacks*), yakni *ModelCheckpoint* untuk menyimpan bobot terbaik, *ReduceLROnPlateau* untuk menyesuaikan nilai *learning rate* saat konvergensi stagnan, dan *EarlyStopping* untuk mencegah indikasi *overfitting*. Evaluasi kinerja model diukur secara komprehensif menggunakan metrik akurasi, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *confusion matrix* pada sekumpulan data uji independen.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model yang dibangun berhasil mencapai tingkat akurasi pengujian yang sangat tinggi, yaitu sebesar 99%. Analisis metrik komprehensif membuktikan performa yang seimbang, di mana secara rata-rata (*macro average*) model mencatatkan nilai 0.99 untuk *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Penerapan *callbacks* juga terbukti mengefisienkan waktu komputasi pelatihan secara substansial menjadi 1.171 detik. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah terciptanya model klasifikasi yang sangat ringan, efisien, dan andal dalam meminimalkan kesalahan diagnosis medis. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tenaga medis sebagai alat bantu skrining untuk mempercepat proses diagnosa, serta oleh masyarakat umum untuk mengakses pemeriksaan awal katarak secara mandiri. Untuk penelitian lebih lanjut, direkomendasikan pengintegrasian metode *Explainable AI* (XAI) seperti Grad-CAM guna meningkatkan interpretabilitas medis, serta pengembangan sistem menuju deteksi objek (*object detection*) agar mampu melokalisasi area kekeruhan lensa secara spesifik.

Kata Kunci: Katarak, Klasifikasi Citra, *Deep Learning*, *Transfer Learning*, MobileNetV2, Metrik Evaluasi.

ABSTRACT

Cataracts are the leading cause of global blindness, a condition that is highly preventable through early detection and intervention. However, the manual screening process conducted by ophthalmologists faces significant hurdles, including limited medical resources, high examination costs, and unequal distribution of healthcare facilities. This restriction in early detection access presents a severe diagnostic challenge, as it hinders timely treatment and directly contributes to an increase in permanent blindness rates within the community, particularly in developing countries. Therefore, there is a critical need for an innovative technology-based solution to automate the analysis of medical images rapidly, accurately, and with broad accessibility for various demographic groups.

This research proposes an automated solution employing Deep Learning approaches, specifically applying the Transfer Learning technique utilizing the lightweight Convolutional Neural Network (CNN) architecture, MobileNetV2. The problem-solving pipeline began with the acquisition of 3,709 eye images from a public Kaggle dataset, categorized into three specific conditions: mature cataract, immature cataract, and normal eyes. These data subsequently underwent preprocessing, augmentation, dataset splitting (70:15:15 ratio), and class weight adjustment to address data imbalance. The model training process was dynamically optimized utilizing a combination of three control functions (callbacks): ModelCheckpoint to save the optimal weights, ReduceLROnPlateau to adjust the learning rate during convergence stagnation, and EarlyStopping to prevent any indications of overfitting. The model's performance was comprehensively evaluated using accuracy, precision, recall, F1-score, and confusion matrix metrics on an independent test dataset.

Evaluation results indicate that the developed model successfully achieved a remarkably high testing accuracy of 99%. Comprehensive metric analysis demonstrated a highly balanced performance, where the model recorded a macro average score of 0.99 for precision, recall, and F1-score. The implementation of callbacks also proved to substantially streamline the training computation time to 1,171 seconds. The primary contribution of this research is the creation of a highly lightweight, computationally efficient, and reliable classification model capable of minimizing medical diagnostic errors. The outcomes of this study can be directly utilized by medical personnel as a supportive screening tool to expedite the diagnostic process, and by the general public to access independent preliminary cataract examinations. For future research, it is highly recommended to integrate Explainable AI (XAI) methods such as Grad-CAM to enhance medical interpretability, and to advance the system from image classification to object detection to specifically localize the area of lens opacity.

Keywords: Cataract, Image Classification, Deep Learning, Transfer Learning, MobileNetV2, Evaluation Metrics.