

OPTIMASI SISTEM KLASIFIKASI FOTO ARSIP IPB PADA PENGUNAAN MASKER DAN VARIASI ILUMINASI MENGUNAKAN NICLAHE DAN EUM

AINIL MARDHATILAH



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Sistem Klasifikasi Foto Arsip IPB pada Penggunaan Masker dan Variasi Iluminasi Menggunakan NICLAHE dan EUM” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Ainil Mardhatilah
G6401221045

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

AINIL MARDHATILAH. Optimasi Sistem Klasifikasi Foto Arsip IPB pada Penggunaan Masker dan Variasi Iluminasi Menggunakan NICLAHE dan EUM. Dibimbing oleh MUSHTHOFA dan TOTO HARYANTO.

Digitalisasi arsip foto dokumentasi IPB memerlukan dukungan sistem klasifikasi otomatis yang andal untuk mendukung kelengkapan metadata, khususnya identitas tokoh yang memiliki nilai historis. Namun, sistem sebelumnya yang menggunakan YOLOv8, FaceNet, dan *cosine similarity* masih menghadapi tantangan spesifik pada oklusi akibat wajah bermasker, serta belum adanya tahapan prapemrosesan untuk menangani variasi iluminasi pada citra arsip. Penelitian ini bertujuan memperkuat sistem sebelumnya dengan metode usulan mencakup penerapan NICLAHE sebagai tahap prapemrosesan baru untuk menormalkan variasi iluminasi. Selanjutnya, *fine tuning* YOLOv8 agar mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan wajah bermasker. Khusus untuk wajah bermasker, *Embedding Unmasking Model* (EUM) diterapkan untuk memulihkan fitur pada ruang *embedding* FaceNet tanpa melatih ulang model. Pengujian terhadap 93 data wajah uji membuktikan bahwa sistem usulan berhasil meningkatkan akurasi dari 61,29% menjadi 78,49%. Peningkatan performa sebesar 17,2% ini menunjukkan bahwa metode usulan adalah solusi yang andal untuk sistem klasifikasi arsip IPB.

Kata Kunci: EUM, FaceNet, identifikasi wajah, NICLAHE, YOLOv8

ABSTRACT

AINIL MARDHATILAH. Optimization of the IPB Photo Archive Classification System on Mask Usage and Illumination Variations Using NICLAHE and EUM. Supervised by MUSHTHOFA and TOTO HARYANTO.

The digitization of IPB's documentary photo archives requires a reliable automatic classification system to ensure metadata completeness, particularly regarding the identities of historically significant figures. However, the previous system, which utilized YOLOv8, FaceNet, and cosine similarity, still encounters specific challenges related to occlusion caused by masked faces, as well as the absence of a preprocessing stage to handle illumination variations in the archive images. This research aims to enhance the previous system by proposing a method that includes the implementation of NICLAHE as a novel preprocessing stage to normalize illumination variations. Subsequently, YOLOv8 was fine-tuned to detect and classify masked faces. Specifically for masked faces, the Embedding Unmasking Model (EUM) was applied to restore features within the FaceNet embedding space without retraining the model. Testing on 93 facial test images demonstrated that the proposed system successfully increased the accuracy from 61.29% to 78.49%. This performance improvement of 17.2% proves the proposed method to be a highly reliable solution for the IPB archive classification system.

Keywords: EUM, FaceNet, face identification, NICLAHE, YOLOv8.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMASI SISTEM KLASIFIKASI FOTO ARSIP IPB PADA PENGUNAAN MASKER DAN VARIASI ILUMINASI MENGUNAKAN NICLAHE DAN EUM

AINIL MARDHATILAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Optimasi Sistem Klasifikasi Foto Arsip IPB pada Penggunaan Masker dan Variasi Iluminasi Menggunakan NICLAHE dan EUM

Nama : Ainil Mardhatilah
NIM : G6401221045

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Mushthofa, S.Kom., M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
19810809 200812 1 002

Tanggal Ujian:
28 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 sampai bulan Juli 2026 ini ialah sistem identifikasi wajah, dengan judul “Optimasi Sistem Klasifikasi Foto Arsip IPB pada Penggunaan Masker dan Variasi Iluminasi Menggunakan NICLAHE dan EUM”.

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Ismal dan Ibu Syafitri, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang.
2. Bapak Dr. Mushthofa, S.Kom., M.Sc., dan Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. selaku dosen pembimbing, Bapak Prof. Dr. Ir Agus Buono, M.Si, M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, bantuan, saran, dan nasihat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Dr. Adisti Permatasari Putri Hartoyo, S.Hut., M.Si. selaku asisten bidang arsip digital dan pengelolaan museum, beserta seluruh staff yang telah membantu dalam memberikan masukan dalam penelitian ini.
4. Kak Rayyan, kakak tingkat yang penelitiannya penulis kembangkan pada skripsi ini. Terima kasih banyak atas ketersediaan waktunya untuk berdiskusi, serta atas masukan dan saran konstruktif yang sangat membantu penulis selama mengerjakan skripsi ini.
5. Teman-teman Program S1 Ilmu Komputer angkatan 59 yang telah memberi dukungan selama perkuliahan.
6. Teman dan sahabat penulis lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat.
7. Seluruh dosen dan staf pegawai Program Studi Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor yang telah membantu selama penulis menempuh perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Ainil Mardhatilah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	4
2.2 NICLAHE	4
2.3 CNN	6
2.4 YOLO (<i>You Only Look Once</i>)	7
2.5 FaceNet	8
2.6 EUM (<i>Embedding Unmasking Model</i>)	9
2.7 <i>Cosine similarity</i>	11
III METODE	12
3.1 Data Penelitian	12
3.2 Tahapan Penelitian	12
3.3 Prapemrosesan NICLAHE	14
3.4 Deteksi dan Klasifikasi Wajah	15
3.5 Pelatihan Model EUM	16
3.6 Integrasi Sistem	18
3.7 Pencocokan Menggunakan <i>Cosine similarity</i>	20
3.8 Penentuan Nilai <i>Threshold</i>	21
3.9 Evaluasi Akhir dan Perbandingan	21
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Prapemrosesan NICLAHE	23
4.2 Hasil <i>Fine Tuning</i> Deteksi dan Klasifikasi Wajah	24
4.3 Pelatihan Model EUM	26
4.4 Penentuan Nilai <i>Threshold</i>	27
4.5 Evaluasi Akhir dan Perbandingan	30
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
RIWAYAT HIDUP	38



DAFTAR TABEL

1	Pembagian Dataset Uji Arsip IPB	12
2	Pembagian Dataset Evaluasi Arsip IPB	12
3	<i>Hyperparameter</i> yang digunakan dalam <i>Fine Tuning</i> YOLOv8	15
4	Hasil <i>Fine Tuning</i> YOLOv8	24
5	Hasil Metrik Evaluasi <i>Threshold Confidence Score</i> Terbaik	28
6	Metrik evaluasi akurasi klasifikasi <i>threshold cosine similarity</i> untuk FaceNet	28
7	Metrik evaluasi akurasi klasifikasi <i>threshold cosine</i>	29
8	Hasil Komparasi Akurasi Sistem Pengenalan Wajah dengan dan Tanpa Metode NICLAHE	30
9	Hasil Komparasi Akurasi Sistem Pengenalan Wajah dengan dan Tanpa Metode EUM	31
10	Hasil Komparasi Akurasi Sistem <i>Baseline</i> dengan Sistem Usulan	32

DAFTAR GAMBAR

1	Alur tahapan metode NICLAHE (Arulraj <i>et al.</i> 2025)	5
2	Contoh arsitektur CNN (Pratama <i>et al.</i> 2024)	6
3	Lapisan <i>pooling</i> (Rochmanullah <i>et al.</i> 2025)	6
4	Cara kerja YOLO (Ilham <i>et al.</i> 2024)	7
5	Arsitektur FaceNet (Mumtaz <i>et al.</i> 2025)	9
6	Ilustrasi fungsi <i>triplet loss</i> (Mumtaz <i>et al.</i> 2025)	9
7	Ilustrasi alur kerja EUM (Boutros <i>et al.</i> 2021)	10
8	Diagram alur penelitian	13
9	Alur proses metode NICLAHE	14
10	Alur pelatihan EUM	17
11	Alur sistem klasifikasi yang dikembangkan oleh Baihaqi (2025)	19
12	Alur sistem usulan dalam penelitian	20
13	Perbandingan hasil disebelah kiri foto asli dan disebelah kanan	23
14	<i>Confusion matrix fine tuning</i> YOLOv8	25
15	Contoh <i>output bounding box</i> wajah pada sistem klasifikasi pada wajah	26
16	Contoh hasil augmentasi pada dataset	27
17	Contoh sampel hasil dataset disimulasikan masker	27
18	Ilustrasi proses klasifikasi menggunakan <i>cosine similarity</i>	29
19	Tampilan halaman pada sistem klasifikasi	30
20	Perbandingan akurasi sistem <i>baseline</i> dan sesudah penerapan NICLAH	31
21	Perbandingan akurasi sistem <i>baseline</i> dan sesudah penerapan EUM	32
22	Perbandingan akurasi sistem <i>baseline</i> dan sesudah penerapan NICLAHE dan EUM	33