



**PEMODELAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
MENGUNAKAN YOLOv8 DAN RESNET-50 UNTUK DIAGNOSA
JERAWAT CITRA WAJAH**

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

PUTRI WULAN RAMADHAN

41522010038

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026



**PEMODELAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
MENGUNAKAN YOLOv8 DAN RESNET-50 UNTUK DIAGNOSA
JERAWAT CITRA WAJAH**

TUGAS AKHIR

SKRISPI



PUTRI WULAN RAMADHAN

41522010038

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Wulan Ramadhan
NIM : 41522010038
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Pemodelan Convolutional Neural Network Menggunakan YOLOv8 dan ResNet-50 Untuk Diagnosa Jerawat Citra Wajah” 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.

Jakarta, 27 Juli 2026



The stamp is yellow with a black border. It contains the text 'SEKOLAH KIRI KUPAH' on the left, a Garuda emblem in the center, and 'METERAI TEMPEL' below it. At the bottom, it reads 'EHA/AAOX114863/00'. A handwritten signature is written over the stamp.

Putri Wulan Ramadhan

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 : Putri Wulan Ramadhan
NIM /Student ID Number : 41522010038
Program Studi /Study Program : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir

/The title:

**“PEMODELAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MENGGUNAKAN
YOLOv8 DAN RESNET-50 UNTUK DIAGNOSA JERAWAT CITRA WAJAH”**

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:

/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

29 Juni 2026

dengan nilai persentase sebesar :

/with a percentage value of:

9%

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/1UVZ2ZmCuFFO_T9hWRDJBmMYWFuXECkZ/view?usp=drive_link



Jakarta, 29 Juni 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB



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

HALAMAN PENGESAHAN

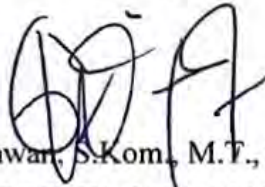
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Wulan Ramadhan
NIM : 41522010038
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Pemodelan Convolutional Neural Network
Menggunakan YOLOv8 dan ResNet-50 Untuk
Diagnosa Jerawat Citra Wajah

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Juli 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



Wawan Gunawan, S.Kom., M.T., M.Kom.

NIDN/NUPTK: 0424108104

Jakarta, 27 Juli 2026

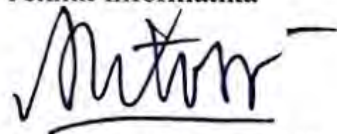
Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya 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 Wawan Gunawan S.Kom., M.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk mendampingi penulis selama proses bimbingan, mulai dari awal proses penyusunan rancangan model hingga akhir penulisan skripsi, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala arahan, saran, dan nasihat yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan seluruh rangkaian tugas akhir ini.
5. Kepada Keluarga Penulis, Ibu, Bapak, Adik, dan Tante penulis, yang telah memberikan dukungan, saran, serta doa selama penulis menjalani masa studi perkuliahan di Universitas Mercu Buana, hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Kepada Rekan Seperjuangan Penulis, Fathar Rafanqi Setia, yang telah menjadi *support system* penulis selama masa perkuliahan dan proses tugas akhir ini, terima kasih telah banyak mendengarkan keluh kesah penulis selama proses tugas akhir ini, dan segala dukungan dan saran yang telah

diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini bisa selesai; Mimi Lavenia Sinaga dan Gede Jovan Tiyo Aditya, yang telah menemani penulis dari awal proses tugas akhir sampai penulisan skripsi ini selesai, terima kasih telah menemani penulis dalam suka duka skripsi, proses bimbingan yang selalu bersama, hingga perjalanan setelah bimbingan yang menghibur hati penulis; serta Sulfia dan Evi Wahyuni Pulungan, yang telah memberikan semangat dan saran selama proses tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

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, 27 Juli 2026

Putri Wulan Ramadhan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

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

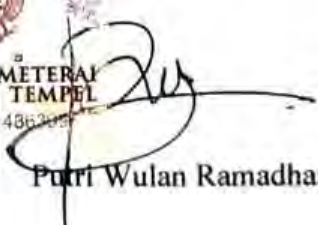
Nama : Putri Wulan Ramadhan
NIM : 41522010038
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Pemodelan Convolutional Neural Network
Menggunakan YOLOv8 dan ResNet-50 Untuk
Diagnosa Jerawat Citra Wajah

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.

Jakarta, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,


Putri Wulan Ramadhan

SEPULUH BINTU PIAN
TEL. 021 66101000
METERAI TEMPEL
AAOX11486302

**PEMODELAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
MENGUNAKAN YOLOv8 DAN RESNET-50 UNTUK DIAGNOSA
JERAWAT CITRA WAJAH**

PUTRI WULAN RAMADHAN

ABSTRAK

Jerawat adalah salah satu gangguan kulit yang sering dialami banyak orang dan sering membuat rasa percaya diri menurun. Selama ini, penilaian kondisi jerawat umumnya dilakukan secara manual, sehingga hasilnya sangat dipengaruhi oleh subjektivitas pengamat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pendeteksian jerawat pada gambar wajah dengan pendekatan deep learning yang lebih objektif dan dapat diukur. Dalam prosesnya, metode YOLOv8 digunakan untuk menemukan lokasi jerawat dengan membuat bounding box pada area wajah yang terindikasi. Setelah tahap deteksi selesai, model ResNet50 dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan jerawat ke dalam tiga kategori: ringan, sedang, dan parah. Penggabungan kedua model ini memungkinkan proses identifikasi jerawat dilakukan dengan lebih akurat, karena mengombinasikan kemampuan deteksi spasial dan analisis fitur visual secara mendalam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan hybrid antara YOLOv8 dan ResNet50 mampu mengenali jerawat serta tingkat keparahannya dengan konsistensi yang lebih baik dibandingkan jika hanya menggunakan satu model saja. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi dua model deep learning tersebut memiliki potensi besar sebagai solusi efektif untuk analisis jerawat berbasis citra.

Kata kunci: Deteksi Jerawat, YOLOv8, ResNet-50, Deep Learning, Klasifikasi Citra, Deteksi Objek

**PEMODELAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
MENGUNAKAN YOLOv8 DAN RESNET-50 UNTUK DIAGNOSA
JERAWAT CITRA WAJAH**

PUTRI WULAN RAMADHAN

ABSTRACT

Acne is a common skin condition that many people experience, often leading to a decline in self-confidence. Traditionally, acne assessment is carried out manually, which makes the results highly subjective and reliant on individual judgment. This study seeks to develop an acne detection model based on deep learning to enable a more objective and measurable evaluation. The YOLOv8 method is applied to identify acne locations by generating bounding boxes around affected areas on facial images. Once detection is complete, the ResNet50 model is used to classify the severity of acne into three levels: mild, moderate, and severe. By integrating these two models, the system achieves more accurate identification by combining spatial detection with in-depth visual feature analysis. Experimental evaluations show that the hybrid approach of YOLOv8 and ResNet50 yields better consistency and performance compared to using a single model. These findings suggest that the combination of object detection and classification models holds strong potential as an effective solution for image-based acne analysis

Kata kunci: *acne detection, YOLOv8, ResNet50, deep learning, image classification, object detection*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Teori Utama	8
2.1.1 Computer Vision	8
2.1.2 Deep Learning	8
2.1.3 Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)	9
2.1.4 Model YOLO (<i>You Only Look Once</i>)	11
2.1.5 Arsitektur Model YOLOv8	13
2.1.6 Model Residual Network (ResNet)	16

2.1.7	Arsitektur Model ResNet-50	17
2.1.8	Arsitektur Pemrosesan Sekuensial (<i>Two-Stage Pipeline</i>) dan Perambatan Eror	19
2.1.9	Konsep Celah Generalisasi (<i>Generalization Gap</i>) pada Pengujian Jaringan Saraf Konvolusional	19
2.2	Teori Pendukung	20
2.2.1	Lesi Jerawat Sebagai Small Object Detection	20
2.2.2	Skala Investigator's Global Assessment (IGA).....	20
2.2.3	Pre-processing Citra Wajah	22
2.2.4	Teknik Letterboxing.....	24
2.2.5	Ekstraksi Wilayah Perhatian (Region of Interest - ROI).....	26
2.2.6	Smart Labeling Berbasis ResNet-18 dan K-Means Clustering.....	27
2.2.7	Metrik Evaluasi	28
2.3	Penelitian Terdahulu	29
2.4	Gap Penelitian	64
BAB III.....		66
METODE PENELITIAN		66
3.1	Pendekatan Penelitian	66
3.2	Desain Penelitian	66
3.3	Subjek Penelitian.....	67
3.4	Instrumen Penelitian.....	67
3.5	Teknik Pengumpulan Data	69
3.6	Prosedur Penelitian	70
BAB IV		75
PEMBAHASAN		75
4.1	Pengumpulan Data.....	75
4.2	Standardisasi Dataset Awal	79
4.2.1	Pembersihan Citra	79
4.2.2	Menyeragamkan Format Citra.....	83
4.2.3	Isolasi Area Wajah	85
4.3	Persiapan Dataset YOLOv8	94
4.3.1	Resize Ukuran 640x640 Piksel	94

4.3.2	Anotasi Objek Manual.....	98
4.4	Melatih Model YOLOv8.....	107
4.4.1	Persiapan Pustaka (<i>Library Setup</i>)	108
4.4.2	Partisi Dataset (<i>Data Splitting</i>).....	108
4.4.3	Konfigurasi Metadata Dataset (dataset.yaml).....	109
4.4.4	Strategi Eksperimen dan Hiperparameter Pelatihan	110
4.4.5	Manajemen Hasil Pelatihan Model	112
4.5	Analisis Hasil Model YOLOv8.....	113
4.5.1	Perbandingan Hasil Eksperimen Pelatihan YOLOv8	113
4.5.2	Analisis Grafik Progres dan Karakteristik Performa Model	114
4.6	<i>Cropping Region of Interest (ROI)</i> Jerawat	127
4.6.1	Alur Kerja Ekstraksi (<i>Cropping Workflow</i>)	128
4.6.2	Analisis Kuantitatif Hasil Panen Dataset (<i>Harvesting Evaluation</i>)	130
4.7	Persiapan Dataset ResNet-50	134
4.7.1	Smart Labeling Berbasis K-Means Clustering.....	134
4.7.2	Audit Verifikasi Manual	137
4.8	Melatih Model ResNet-50	140
4.8.1	Inisialisasi Pustaka Utama (<i>Library Initialization</i>).....	140
4.8.2	Konfigurasi Jalur Direktori (<i>Path Configuration</i>)	141
4.8.3	Inisialisasi Perangkat Fisik dan Transformasi Tensor.....	141
4.8.4	Penerapan Skema <i>Transfer Learning</i> Model ResNet-50.....	143
4.8.5	Eksekusi Siklus Iterasi Pelatihan (<i>Training Loop</i>).....	144
4.9	Analisis Hasil Model ResNet-50.....	146
4.9.1	Perbandingan Skenario dan Analisis Fluktuasi Hasil Pelatihan	146
4.9.2	Analisis Metrik Evaluasi Klasifikasi Berdasarkan <i>Confusion Matrix</i>	150
4.10	Pengujian Performa Integrasi <i>Two-Stage Pipeline</i> (YOLOv8 + ResNet-50).....	156
4.11	Perbandingan Hasil dengan Penelitian Sebelumnya	167
BAB V		171
KESIMPULAN DAN SARAN		171

5.1	Kesimpulan	171
5.2	Saran	172
DAFTAR PUSTAKA.....		173
LAMPIRAN.....		178
Lampiran 1 Kartu Asistensi		178
Lampiran 2 Curriculum Vitae		179
Lampiran 3 Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI		181
Lampiran 4 Serifikat BNSP		182



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perkembangan Versi YOLOv1 - YOLOv11. (Ali & Zhang, 2024)	11
Tabel 2. 2 Perbandingan antara YOLOv8, YOLOv10, dan YOLOv11	15
Tabel 2. 3 Perbandingan ResNet-50 dan ResNet-110	17
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware	68
Tabel 3. 2 Versi Software dan Fungsi	68
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Nominal Data Mentah Hasil Pengunduhan	75
Tabel 4. 2 Perbandingan Karakteristik Berkas Citra Asli Sebelum dan Sesudah Konversi	84
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Nominal Dataset Final Pasca-Pembersihan	93
Tabel 4. 4 Kriteria Penetapan Bounding Box Lokasi Jerawat	98
Tabel 4. 5 Sampel Pasangan Citra Anotasi (.jpg) dan Struktur Konten Berkas Teks (.txt) YOLOv8	103
Tabel 4. 6 Parameter Eksperimen Pelatihan Model YOLOv8	110
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Eksperimen Pelatihan Model YOLOv8	113
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Fluktuasi Nilai Train Loss Terhadap Performa Epoch 100	115
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Fluktuasi Nilai Validation Loss Terhadap Performa	116
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Nilai Akhir Metrik Evaluasi Akurasi Eksperimen YOLOv8	117
Tabel 4. 11 Progres Kestabilan Nilai Metrik dan Loss Model YOLOv8 Berdasarkan Variasi Epoch	119
Tabel 4. 12 Komponen Kuantitatif Hasil Pengujian Confusion Matrix Model YOLOv8	126
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kuantitas Hasil Panen ROI Citra Jerawat Menggunakan YOLOv8 Terbaik	130
Tabel 4. 14 Sampel Bukti Ekstraksi ROI Jerawat pada Data Training, Validation, dan Testing	131
Tabel 4. 15 Hasil Rekapitulasi Kuantitas dan Persentase Kerapian Kluster Otomatis K-Means	137
Tabel 4. 16 Analisis Fungsi Pustaka (Library) dalam Pelatihan ResNet-50	140
Tabel 4. 17 Parameter Transformasi Tensor dan Setup Perangkat Keras	142
Tabel 4. 18 Spesifikasi Arsitektur Transfer Learning dan Nilai Optimalisasi	143
Tabel 4. 19 Mekanisme Pembelajaran Model ResNet-50	144
Tabel 4. 20 Hasil Komparasi Skenario Eksperimen Pelatihan Arsitektur	147
Tabel 4. 21 Log Perkembangan Nilai Performa Pelatihan ResNet-50 pada Skenario Terbaik	147

Tabel 4. 22 Hasil Ekstraksi Parameter Komponen Confusion Matrix ResNet-50	151
Tabel 4. 23 Hasil Rekapitulasi Classification Report Model ResNet-50	153
Tabel 4. 24 Hasil Rekapitulasi Pengujian Sistem Akhir Menggunakan Independent Test Dataset	159
Tabel 4. 25 Hasil Rekapitulasi Komparasi Performa Sistem dengan Penelitian Terdahulu.....	168



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur CNN. (Vakalopoulou et al., n.d.)	10
Gambar 3. 1 Kategori Citra Wajah Berjerawat (Acne Dataset oleh Nayan Chaure (Kaggle, 2022) dan Acne Computer Vision Dataset oleh Kritsakorn (Roboflow, 2021)).	67
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian	70
Gambar 4. 1 Citra mentah Acne sumber data Roboflow ras Asia (Acne Computer Vision Dataset oleh Kritsakorn (Roboflow, 2021)).	77
Gambar 4. 2 Citra mentah Acne sumber data Kaggle ras Barat (Acne Dataset oleh Nayan Chaure (Kaggle, 2022))	77
Gambar 4. 3 Citra mentah Non-acne sumber data Diverse Asian Face ras Asia (Diverse Asian Facial Ages oleh Leewanhung (Kaggle, 2023))	78
Gambar 4. 4 Citra mentah Non-acne sumber data UTKFace ras Barat (UTKFace oleh susanqq (Github, 2017))	78
Gambar 4. 5 Kriteria Citra Layak (Acne) dengan sample jerawat tidak layak (a) dan sample jerawat layak (b)	80
Gambar 4. 6 Kriteria Citra Layak (Non-Acne) dengan sample wajah bersih tidak layak (a) dan sample wajah bersih layak (b)	80
Gambar 4. 7 Kriteria Citra Tidak Layak (Dieliminasi) dengan sample citra yang memiliki watermark (a) dan sample citra yang pencahayaan gelap	81
Gambar 4. 8 Karakteristik Visual Citra Gambar Bersih (a) dengan Citra Gambar Rusak (b)	82
Gambar 4. 9 Output Kode Program Pembersihan Berkas Rusak	82
Gambar 4. 10 Output Kode Program Format Citra (.jpg)	84
Gambar 4. 11 Kondisi Citra dengan latar belakang sample wajah berjerawat (a) dan sample wajah tidak berjerawat (b)	86
Gambar 4. 12 Visualisasi Penyesuaian Dimensi Citra pada GUI Berdasarkan Faktor Skala	87
Gambar 4. 13 Penangkapan Koordinat Melalui Interaksi Mouse	88
Gambar 4. 14 Output Eksekusi Perhitungan Spasial Pemotongan Matriks	90
Gambar 4. 15 Sample Citra Pemotongan Latar Belakang (before vs after)	92
Gambar 4.16 Perbandingan Visual Citra Wajah Sebelum Transformasi (Kiri) dan Sesudah Proses Letterboxing Resizing (Kanan)	96
Gambar 4. 17 Output Kode Program Resize 640 x 640 piksel	98
Gambar 4. 18 Alur Kerja Operasional Perangkat Lunak LabelImg	100
Gambar 4. 19 Tampilan Terminal dalam Visual Studio Code	101
Gambar 4. 20 Tampilan Perangkat Lunak LabelImg	101

Gambar 4. 21 Proses Bounding Box Lokasi Jerawat	101
Gambar 4. 22 Grafik Penurunan Loss Pelatihan dan Validasi YOLOv8.....	114
Gambar 4. 23 Grafik Peningkatan Metrik Akurasi YOLOv8.....	117
Gambar 4. 24 Grafik Kurva Precision-Confidence	120
Gambar 4. 25 Grafik Kurva Recall-Confidence	121
Gambar 4. 26 Grafik Kurva F1-Score - Confidence	122
Gambar 4. 27 Grafik Kurva Precision-Recall	122
Gambar 4. 28 Visualisasi Augmentasi Gambar pada Batch Pelatihan	123
Gambar 4. 29 Komparasi Target Ground Truth (a) vs Hasil Prediksi Model (b)	124
Gambar 4. 30 Confusion Matrix Pengujian Model YOLOv8	125
Gambar 4. 31 Diagram Alur Sistem Ekstraksi ROI Berbasis Python	128
Gambar 4. 32 Visualisasi Tahapan Ekstraksi ROI Jerawat dengan kategori Wajah Berkotak Prediksi YOLOv8 (a); Sample Potongan Kasar Ukuran Asli (b); Hasil Akhir Standardisasi 224 x 224 piksel (c)	129
Gambar 4. 33 Sampel Citra Kolase Grid Hasil Crop ROI Jerawat Ukuran 224 x 224 piksel	134
Gambar 4. 34 Diagram Alur Sistem Smart Labeling Ekstraksi Fitur dan K-Means Clustering	135
Gambar 4. 35 Sampel Karakteristik Visual Objek Lesi Jerawat Berdasarkan Standar Medis IGA: (a) Kategori Ringan - papul atau pustule kecil (belum terlalu merah); (b) Kategori Sedang - Terdapat papul dan pustule muncul (kemerahan terlihat jelas); (c) Kategori Parah - Terdiri dari papul besar, pustule, dan nodul yang terlihat jelas (nanah)	138
Gambar 4. 36 Skema Intervensi Manual Audit Dataset	139
Gambar 4. 37 Visualisasi Mozaik Matriks 3 x 3 Sampel Citra Dataset Hasil Akhir Audit Berlandaskan Standar Medis IGA: (a) Kelompok Kelas Ringan Pasca- Audit; (b) Kelompok Kelas Sedang Pasca-Audit; (c) Kelompok Kelas Parah Pasca-Audit.	139
Gambar 4. 38 Visualisasi Confusion Matrix Tingkat Keparahan Jerawat Model ResNet-50.....	150
Gambar 4. 39 Diagram Alur Sistem Pengujian Two-Stage Pipeline	156

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Asistensi	178
Lampiran 2 Curriculum Vitae	179
Lampiran 3 Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI	181
Lampiran 4 Sertifikat BNSP	182

