

**KLASIFIKASI CITRA JENIS KULIT WAJAH DENGAN
MENGUNAKAN *HYBRID MOBILENET-SVM* DENGAN
*OPTIMASI FINE TUNING***

SKRIPSI

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



disusun oleh

AZHAR RIZQULLAH

22.11.4981

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**KLASIFIKASI CITRA JENIS KULIT WAJAH DENGAN
MENGUNAKAN *HYBRID MOBILENET-SVM* DENGAN
*OPTIMASI FINE TUNING***

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh
AZHAR RIZQULLAH
22.11.4981

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**KLASIFIKASI CITRA JENIS KULIT WAJAH DENGAN
MENGUNAKAN *HYBRID MOBILENET-SVM* DENGAN OPTIMASI
*FINE TUNING***

yang disusun dan diajukan oleh

Azhar Rizqullah

22.11.4981

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 20 Januari 2026

Dosen Pembimbing,



Dr. Emigawaty, M.Kom
NIK. 190302226

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
KLASIFIKASI CITRA JENIS KULIT WAJAH DENGAN
MENGGUNAKAN *HYBRID MOBILENET-SVM* DENGAN OPTIMASI
FINE TUNING

yang disusun dan diajukan oleh

Azhar Rizqullah

22.11.4981

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 20 Januari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Ferian Fauzi Abdulloh, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302276

Anna Balta, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302290

Dr. Emigawaty, M.Kom.
NIK. 190302226

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 20 Januari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Azhar Rizqullah
NIM : 22.11.4981

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Klasifikasi Citra Jenis Kulit Wajah dengan Menggunakan *Hybrid MobileNet-SVM* Dengan *Optimasi Fine Tuning*

Dosen Pembimbing : Dr. Emigawaty, 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 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, Selasa, 20 Januari 2026

Yang Menyatakan,



Azhar Rizqullah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya skripsi ini dengan baik. Tanpa pertolongan, karunia, dan lindungan-Nya, tentu tidak mungkin penulis mampu melewati setiap tantangan dan hambatan dalam proses penyusunan skripsi ini. Semoga setiap langkah dan usaha yang penulis jalani senantiasa berada dalam ridho dan keberkahan-Nya. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Ayah penulis, Hasbian Noor, yang senantiasa menjadi sosok teladan dalam keteguhan, tanggung jawab, dan kerja keras. Dukungan, doa, serta nasihat yang diberikan dengan penuh kesabaran telah menjadi pondasi kuat bagi penulis dalam menempuh proses pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu penulis, Asiyah, yang dengan kasih sayang tanpa batas, doa yang tidak pernah terputus, serta perhatian yang tulus selalu menyertai setiap langkah penulis. Dukungan ibu menjadi sumber kekuatan utama bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Dosen pembimbing penulis, Dr. Emigawaty, M.Kom., yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta masukan yang sangat berharga. Kesabaran dan ketelitian beliau sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Sahabat, orang-orang terdekat, teman-teman magang, teman-teman Studi Independen Batch 7, teman-teman Asrama Mahasiswa Kabupaten Sambas, serta teman-teman sekelas yang telah memberikan dukungan moral, semangat, kebersamaan, dan pengalaman berharga selama perjalanan akademik penulis.
5. Keponakan penulis, Habrizi Muhammad Ukasya, serta para keponakan online penulis, yang telah menghadirkan warna, keceriaan, dan semangat

dalam kehidupan penulis. Meskipun tidak seluruhnya penulis kenal secara langsung maupun mengetahui nama lengkapnya satu per satu, kehadiran dan interaksi mereka memberikan energi positif, kebahagiaan, serta motivasi tersendiri bagi penulis untuk terus menjalani setiap proses dengan lebih optimis.

6. Untuk seseorang yang belum dapat penulis sebutkan namanya secara jelas dalam karya ini, namun sudah tertulis jelas di Lauhul Mahfudz. Terima kasih atas keberadaannya yang secara tidak langsung menjadi sumber motivasi bagi penulis dalam proses pendewasaan diri, pembelajaran hidup, dan perbaikan diri ke arah yang lebih baik.
7. Seluruh pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah turut memberikan doa, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri penulis sendiri, Azhar Rizqullah, yang telah berusaha dengan sungguh-sungguh, mampu bertahan di tengah berbagai tekanan, serta tidak menyerah dalam menghadapi setiap proses hingga berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu tahap akhir pendidikan sarjana.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Klasifikasi Citra Jenis Kulit Wajah dengan Menggunakan Hybrid MobileNet-SVM Dengan Optimasi Fine Tuning” sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer di Universitas AMIKOM Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Suyanto, M.M selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di kampus ini.
2. Dr. Emigawaty, M.Kom selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi yang berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, serta doa selama hidup penulis, sehingga sampai saat ini skripsi penulis dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen dan staf Universitas AMIKOM Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama penulis menempuh studi.
5. Semua teman-teman serta sahabat penulis yang sudah menemani penulis dari awal kuliah hingga saat ini dan selalu memberikan dukungan serta doa agar penulis tetap semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang computer vision dan kesehatan kulit.

Yogyakarta, 15 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Machine Learning	10
2.2.2 Klasifikasi	10
2.2.3 Jenis Kulit Wajah	10
2.2.4 Convolutional Neural Network (CNN)	11
2.2.5 MobileNet	12
2.2.6 Transfer Learning	13
2.2.7 Support Vector Machine (SVM)	13
2.2.8 Metrik Evaluasi	14
BAB III METODE PENELITIAN	15

3.1	Objek Penelitian	15
3.2	Alur Penelitian.....	15
3.2.1	Identifikasi Masalah	16
3.2.2	Studi Literatur	17
3.2.3	Akuisisi Data.....	17
3.2.4	Pra-pemrosesan Data	17
3.2.5	Pembuatan Model	18
3.2.6	Evaluasi dan Optimasi	19
3.2.7	Pembuatan UI/UX.....	19
3.2.8	Integrasi Frontend dan Backend Web.....	20
3.2.9	Pengujian Lokal	20
3.2.10	Deployment.....	20
3.2.11	Kesimpulan dan Saran	21
3.3	Alat dan Bahan	21
3.3.1	Data Penelitian.....	21
3.3.2	Instrumen Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Akuisisi dan Eksplorasi Dataset.....	24
4.1.1	Sumber dan Struktur Dataset	24
4.1.2	Distribusi Kelas	24
4.1.3	Analisis Distribusi Data.....	26
4.2	Pra-Pemrosesan dan Augmentasi Data	27
4.2.1	Visualisasi Sampel Data Asli	27
4.2.2	Teknik Normalisasi Pixel menggunakan MobileNetV2 Preprocessing	28
4.2.3	Parameter Augmentasi Data yang Diterapkan.....	28
4.2.4	Visualisasi Hasil Augmentasi (8 gambar hasil transformasi).....	29
4.3	Pembuatan dan Pelatihan Model Klasifikasi.....	30
4.3.1	Arsitektur Model Hybrid MobileNetV2 dengan RBF-SVM.....	30
4.3.2	Implementasi Transfer Learning dan Fine-Tuning (unfreeze 80 layer terakhir)	30
4.3.3	Proses Pelatihan Model CNN dengan Callbacks.....	32
4.3.4	Analisis Kurva Akurasi dan Loss (Training vs Validation)	34
4.3.5	Ekstraksi Fitur menggunakan Model Terbaik dan Persiapan Pelatihan RBF-SVM	36

4.3.6	Normalisasi Fitur dan Pelatihan Classifier RBF-SVM.....	38
4.3.7	Hasil GridSearchCV dan Parameter Optimal SVM	39
4.3.8	Evaluasi Performa Model Hybrid Akhir pada Data Pengujian Independen	40
4.3.9	Perbandingan Performa Model	43
4.3.10	Analisis Kesalahan Klasifikasi (Error Analysis)	45
4.3.11	Pengujian Efisiensi Komputasi Model	47
4.4	Implementasi Sistem ke Dalam Aplikasi Web.....	50
4.4.1	Desain Antarmuka Pengguna (UI/UX).....	50
4.4.2	Integrasi Frontend dan Backend	52
4.4.3	Pengujian Lokal dan Error Handling	52
4.5	Deployment	54
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
REFERENSI		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Keaslian Penelitian	8
Tabel 2.1. Lanjutan	9
Tabel 4. 1 Tabel Rincian per kelas.....	26
Tabel 4. 2 Parameter Augmentasi	28
Tabel 4. 3. Ringkasan Performa pada Beberapa Epoch Penting.....	33
Tabel 4. 4. Hasil ekstraksi fitur.....	37
Tabel 4. 5. Ringkasan Hasil Ekstraksi Fitur.....	37
Tabel 4. 6. Ruang Pencarian Hyperparameter RBF-SVM.....	39
Tabel 4. 7. Parameter RBF-SVM Terbaik	40
Tabel 4. 8. Classification Report Model Hybrid Akhir	41
Tabel 4. 9. Perbandingan Performa Model pada Data Pengujian	43
Tabel 4. 10 Hasil pengujian efisiensi	47
Tabel 4. 11. Error Handling yang Diimplementasikan	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses CNN pada Inverted Residual Block.	11
Gambar 4. 1. Tabel Distribusi Dataset Tabel Distribusi Dataset Sumber: Hasil eksekusi kode pada Kaggle Notebook.	25
Gambar 4. 2. Diagram Batang Distribusi Jumlah Gambar per Kelas pada Set Train, Validation, dan Test Diagram Batang Distribusi.	25
Gambar 4. 3. Gambar Asli per Kelas	27
Gambar 4. 4. Hasil Augmentasi Data.	29
Gambar 4. 5. Ringkasan Arsitektur Model Hybrid MobileNetV2 setelah fine- tuning	31
Gambar 4. 6. Kurva Akurasi Model Selama Pelatihan.	34
Gambar 4. 7. Kurva Loss Model Selama Pelatihan.	35
Gambar 4. 8. Confusion Matrix Model Hybrid. (MobileNetV2 dengan RBF-SVM)	41
Gambar 4. 9. Dua Belas Contoh Kesalahan Klasifikasi Model Hybrid.....	45
Gambar 4. 10. Perbandingan Waktu Inferensi Rata-rata per Citra	47
Gambar 4. 11. Perbandingan Ukuran Model Akhir.....	48
Gambar 4. 12. Tampilan Halaman Utama Aplikasi FACEDX.....	51
Gambar 4. 13. Proses Upload Foto dan Hasil Prediksi.....	51
Gambar 4. 14. Contoh Error Handling Wajah Tidak Terdeteksi.....	53
Gambar 4. 15. Aplikasi FACEDX dalam Keadaan Live.....	54

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

API	Application Programming Interface
b	Bias pada hyperplane SVM
C_{in}	Jumlah kanal masukan (input channels)
C_{out}	Jumlah kanal keluaran (output channels)
CNN	Convolutional Neural Network
CPU	Central Processing Unit
CSS	Cascading Style Sheets
FN	False Negative
FP	False Positive
GAP	Global Average Pooling
GPU	Graphics Processing Unit
HTML	HyperText Markup Language
(i,j)	Koordinat piksel pada citra atau feature map
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
k	Ukuran kernel ($k \times k$)
MobileNetV2	Mobile Neural Network Version 2
Precision	Presisi
RAM	Random Access Memory
RBF	Radial Basis Function
ReLU	Rectified Linear Unit
RESTful	Representational State Transfer
$\text{sign}(\cdot)$	Fungsi tanda (signum)
StandardScaler	Normalisasi fitur (mean=0, std=1)
Σ	Penjumlahan (sigma)
SVM	Support Vector Machine
TN	True Negative
TP	True Positive

UI

User Interface

UX

User Experience

w

Vektor bobot pada SVM

w^T

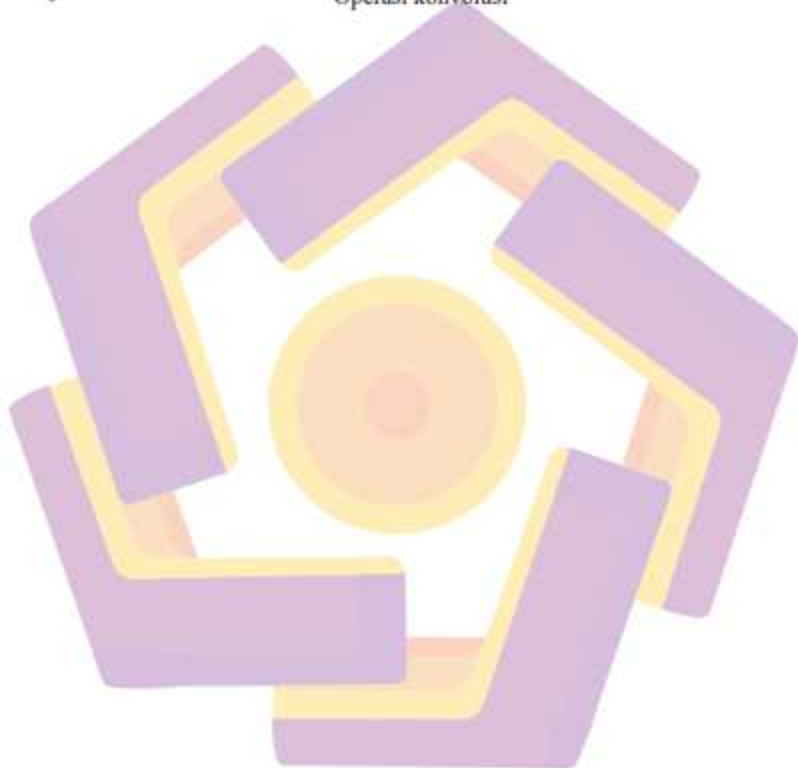
Transpos vektor bobot

$\|w\|$

Norma Euclidean vektor bobot

*

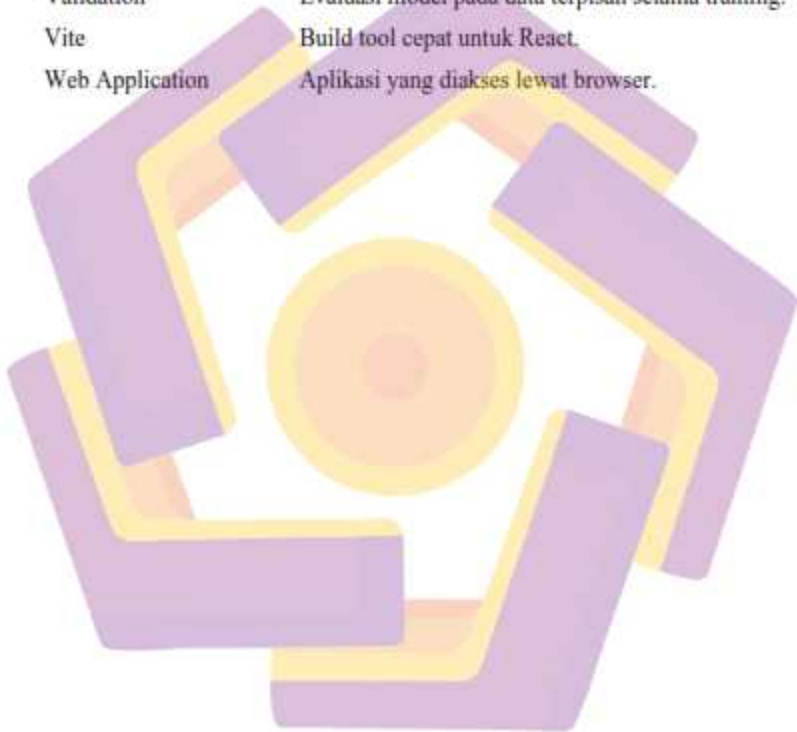
Operasi konvolusi



DAFTAR ISTILAH

Accuracy	Persentase prediksi benar secara keseluruhan.
Augmentasi Data	Pembuatan variasi citra baru dari data asli.
BatchNormalization	Normalisasi aktivasi tiap layer untuk stabilkan training.
Batch Size	Jumlah sampel diproses dalam satu iterasi.
Confusion Matrix	Tabel kesalahan klasifikasi (TP/TN/FP/FN).
Dropout	Mematikan neuron acak untuk cegah overfitting.
Epoch	Satu kali latih seluruh data pelatihan.
F1-Score	Rata-rata harmonik precision dan recall.
FACEDX	Nama aplikasi web hasil penelitian ini.
Fine-Tuning	Penyesuaian layer model pre-trained pada data baru.
Flask	Micro web framework Python.
Global Average Pooling	Pooling rata-rata seluruh feature map.
GridSearchCV	Pencarian hyperparameter terbaik otomatis.
Gunicorn	Server produksi untuk Flask.
Haar Cascade	Algoritma deteksi wajah cepat.
Hyperparameter	Parameter ditentukan sebelum training.
ImageDataGenerator	Generator augmentasi real-time pada Keras.
Inference	Proses prediksi model pada data baru.
Learning Rate	Besar langkah pembaruan bobot saat training.
Loss	Nilai kesalahan prediksi model.
MobileNetV2	Arsitektur CNN ringan buatan Google.
Melasma	Bercak gelap di kulit wajah
Overfitting	Model terlalu hafal data latih, jelek di data baru.
Overlap	Tumpang tindih fitur antar kelas (dry-normal).
Precision	Proporsi prediksi positif yang benar.
Preprocessing	Persiapan data sebelum masuk model.
Railway	Platform deployment aplikasi web.
RBF-SVM	SVM dengan kernel Radial Basis Function.
React.js	Library JavaScript untuk UI.

Recall	Proporsi data positif yang terdeteksi
RESTful API	API berbasis HTTP dengan format JSON.
Roboflow	Platform sumber dataset citra kulit wajah.
StandardScaler	Normalisasi fitur (mean=0, std=1).
Tailwind CSS	Framework CSS utility-first.
Transfer Learning	Memanfaatkan model pre-trained pada tugas baru.
Validation	Evaluasi model pada data terpisah selama training.
Vite	Build tool cepat untuk React.
Web Application	Aplikasi yang diakses lewat browser.



INTISARI

Klasifikasi jenis kulit wajah secara manual masih bersifat subjektif, memakan waktu, dan sering tidak konsisten, sehingga menyulitkan pemilihan produk perawatan yang tepat serta meningkatkan risiko iritasi atau jerawat. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi otomatis jenis kulit wajah (*acne*, *dry*, *normal*, *oily*) menggunakan pendekatan hybrid MobileNetV2 fine-tuned dan RBF-SVM. Dataset sebanyak 2.000 citra dari Roboflow melalui tahap augmentasi intensif, fine-tuning mendalam pada MobileNetV2, ekstraksi fitur 1280-dimensi, normalisasi dengan StandardScaler, serta pelatihan RBF-SVM dengan hyperparameter optimal ($C = 30$, $\gamma = 0,001$) hasil GridSearchCV 5-fold. Sistem dilengkapi deteksi wajah Haar Cascade untuk keandalan pada kondisi real-world.

Model hybrid menghasilkan akurasi pengujian tertinggi 90,31% (macro F1-score 0,90) pada data uji independen 196 citra, melampaui baseline tanpa fine-tuning sebesar 15,31 poin dan varian CNN-softmax sebesar 4,95 poin. Seluruh pipeline telah diimplementasikan menjadi aplikasi web publik FACEDX berbasis React.js dengan Tailwind CSS (frontend) dan Flask dengan Gunicorn (backend), yang dideploy pada Railway dengan domain kustom serta error handling lengkap. Aplikasi ini dapat dimanfaatkan masyarakat umum, dokter kulit, dan industri kosmetik untuk rekomendasi perawatan yang lebih akurat dan personal.

Kata kunci: klasifikasi kulit wajah, MobileNetV2, RBF-SVM, transfer learning, aplikasi web

ABSTRACT

Manual classification of facial skin types remains subjective, time-consuming, and inconsistent, complicating appropriate skincare selection and increasing risks of irritation or acne. This research developed an automatic facial skin type detection system (acne, dry, normal, oily) using a hybrid fine-tuned MobileNetV2 and RBF-SVM approach. A dataset of 2,000 images from Roboflow underwent intensive augmentation, deep fine-tuning of MobileNetV2, 1280-dimensional feature extraction, StandardScaler normalization, and RBF-SVM training with optimal hyperparameters ($C = 30$, $\gamma = 0.001$) obtained via 5-fold GridSearchCV. The system incorporates Haar Cascade face detection for real-world robustness.

The final hybrid model achieved the highest test accuracy of 90.31% (macro F1-score 0.90) on an independent 196-image test set, outperforming the non-fine-tuned baseline by 15.31 points and the pure CNN-softmax variant by 4.95 points. The entire pipeline has been successfully implemented as a public web application named FACEDX using React.js with Tailwind CSS (frontend) and Flask with Gunicorn (backend), deployed on Railway with a custom domain and comprehensive error handling. This application can be utilized by the general public, dermatologists, and the cosmetic industry for more accurate and personalized skincare recommendations.

Keyword: *facial skin classification, MobileNetV2, RBF-SVM, transfer learning, web application .*