

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan kecerdasan buatan (AI) dan visi komputer (CV) dalam tahun terakhir ini telah membuka kemampuan baru dalam analisis wajah, mencakup estimasi usia, deteksi atribut, serta pemetaan kondisi kulit. Model pembelajaran mendalam modern, khususnya jaringan saraf konvolusional (CNN), mampu memola visual yang kompleks sehingga menunjukkan kinerja yang tinggi pada berbagai tugas analisis wajah. Hasil studi perbandingan terkini menunjukkan bahwa CNN dapat mencapai tingkat akurasi estimasi usia yang konsisten pada kumpulan data wajah berukuran besar, yang mengindikasikan kematangan teknologi ini untuk diterapkan pada analisis penuaan kulit (Geiping and Goldstein., 2023).

Meskipun kemampuan analisis wajah berbasis AI terus berkembang, penilaian kecantikan tetap dihadapkan pada tingkat subyektivitas yang tinggi. Persepsi terhadap kecantikan dipengaruhi oleh norma budaya, preferensi individu, serta bias sosial, sehingga evaluasi estetika sulit untuk distandardisasi. Kajian terkini dalam bidang kecantikan komputasional menegaskan bahwa bias persepsi manusia menjadi kendala utama dalam menilai kecantikan secara konsisten; akibatnya, diperlukan indikator visual yang bersifat objektif untuk mengurangi ketergantungan pada opini subjektif (Xu et al., 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan fitur kulit yang terukur secara kuantitatif misalnya kerutan, ketidakseimbangan warna/tona, tingkat kilap, dan kecerahan menjadi sangat relevan dalam analisis kecantikan berbasis komputer.

Selain faktor eksternal seperti paparan sinar UV atau polusi, perubahan visual pada kulit juga dipengaruhi proses biologis internal. Dua mekanisme yang banyak diteliti dalam beberapa tahun terakhir adalah autophagy dan intermittent fasting, yang berperan dalam regenerasi sel dan perbaikan jaringan. Autophagy merupakan proses pembersihan sel-sel rusak yang terbukti mendukung kesehatan kulit dan memperlambat penuaan visual (Li et al., 2023). Sementara itu, intermittent fasting memicu perbaikan seluler dan modulasi metabolik yang berdampak pada elastisitas dan tekstur kulit (Koronyo-Hamaoui et al., 2022). Akibatnya, sebagian individu dapat terlihat lebih muda atau lebih tua dibanding usia kronologisnya. Fenomena ini memperkuat urgensi penggunaan fitur kulit kuantitatif, karena estimasi usia saja tidak cukup untuk menggambarkan kompleksitas kondisi kulit manusia.

Meskipun demikian, penelitian sebelumnya tentang analisis wajah seringkali hanya berkonsentrasi pada satu faktor, misalnya perkiraan usia atau kualitas kulit, tanpa menggabungkan keduanya ke dalam satu sistem yang lebih komprehensif. Sebuah tinjauan metodologis terbaru menunjukkan bahwa pendekatan multi-indikator untuk penuaan kulit masih sangat terbatas. Namun, integrasi ini dapat membantu kita memahami kondisi kulit dan estetika wajah dengan lebih baik (Odagiu et al., 2024). Untuk mengatasi gap penelitian ini, integrasi model SE-ResNeXt50 untuk prediksi usia dengan ekstraksi fitur kulit berbasis OpenCV menjadi pendekatan yang relevan, mengingat kedua teknologi

ini mampu mempelajari representasi wajah secara mendalam dan menghitung atribut kulit secara kuantitatif (Nariman., 2024)

Sistem analisis wajah tidak hanya menghasilkan nilai numerik, tetapi juga membutuhkan interpretabilitas agar pengguna dapat memahami logika di balik keluaran model. Karena kurangnya penjelasan tentang bagaimana model prediksinya berfungsi, model deep learning sering dianggap sebagai kotak kosong. Integrasi Large Language Models (LLM), seperti Llama-3, dapat meningkatkan kepercayaan dan pemahaman pengguna terhadap hasil analisis dengan memberikan penjelasan naratif yang mudah dipahami. Studi baru menunjukkan bahwa LLM dapat meningkatkan interpretabilitas sistem vision-AI (Tran et al., 2024). Implementasi melalui platform Streamlit semakin memperkuat aspek praktis penelitian ini karena memungkinkan pengguna melakukan analisis wajah secara real-time melalui antarmuka web yang sederhana dan mudah diakses. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan kontribusi metodologis, tetapi juga menghadirkan solusi aplikatif berbasis AI untuk analisis kecantikan dan penuaan kulit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mendesain integrasi dari model SE-ResNeXt50 berdasarkan prediksi usia, komputasi, serta fitur ekstraksi dari kulit menggunakan OpenCV, untuk mendapatkan analisis penuaan kulit yang lebih komprehensif dari pendekatan analisis fitur wajah tunggal?
2. Bagaimana menyusun, serta mengimplementasikan struktur skor kecantikan yang objektif, berdasarkan fitur kulit yang bersifat kuantitatif, seperti indeks kerutan, variasi, proksi, serta kecerahan kulit, dan kilau?
3. Bagaimana model yang diusulkan dalam memprediksi usia wajah, dan seberapa konsisten skor kecantikan yang didapat dari variasi fitur kulit?
4. Bagaimana seoptimal mungkin penggunaan chatbot Llama-3.3-70B dalam mempelajari analisis penuaan kulit dan kecantikan yang diusung dalam sistem?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang saya buat, tujuan penelitian yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan komputasi berfungsi untuk estimasi usia wajah menggunakan SE-ResNeXt50 dan ekstraksi fitur wajah OpenCV untuk analisis penuaan kulit secara menyeluruh.
2. Merancang metode dan implementasi skor kecantikan objektif standar dari kombinasi parameter kulit secara kuantitatif sebagai kulit, wrinkle\_index, tone\_unevenness, shine\_proxy, dan brightness.
3. Menentukan usia wajah pada model dan analisis fitur kulit yang diekstraksi dari model untuk melihat kecantikan skor yang dihasilkan.
4. Mengembangkan chatbot model Llama-3.3-70B sebagai komponen penjelas hasil untuk analisis penuaan kulit dan skor kecantikan

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang saya buat diharapkan memberikan manfaat untuk akademik maupun praktis:

1. Memberikan kontribusi akademik melalui pembangunan model komputasi yang mengkolaborasikan estimasi usia wajah dan analisis fitur kulit, dan ini memperkaya analisis penuaan dan estetika yang berbasis computer vision.
2. Memberikan standar objektif dalam pencapaian nilai estetika serta kuantitatif yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian dan pengembangan sistem yang sama.
3. Mengembangkan dan menghasilkan prototipe aplikasi analisis wajah yang dapat digunakan dalam praktik kecantikan, dermatologi digital, dan masyarakat untuk mengetahui analisis kesehatan kulit secara cepat dan terukur.
4. Mengintegrasikan sistem ini dengan chatbot Llama-3.3-70B untuk mendukung interpretabilitas teks dan pengalaman pengguna.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dapat dirumuskan berdasarkan latar belakang yang saya buat serta perumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dataset APPA-REAL Face yang bagian wajahnya cropped, sehingga analisis yang bisa dilakukan hanya terfokus di wajah dengan posisi dan kualitas yang sesuai dengan dataset tersebut. Penelitian ini tidak membahas variasi sudut wajah ekstrem dan ekstrem resolusi rendah yang mungkin dihadapi, maupun variasi yang sangat berbeda dalam pencahayaan.
2. Untuk model prediksi usia, penelitian ini tidak melakukan perbandingan dengan model deep learning lain yang lebih maju, dan justru dibatasi hanya pada arsitektur SE-ResNeXt50. Untuk analisis penuaan pada kulit, model prediksi ini diutamakan digunakan untuk mengestimasi usia, yang merupakan salah satu penanda utama.
3. Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur wajah yang dilakukan dibatasi hanya pada empat indikator kuantitatif saja, yaitu wrinkle\_index, tone\_unevenness, shine\_proxy dan brightness. Beberapa indikator yang mungkin lebih bervariasi, dan estetika atau kondisi kulit lainnya, seperti pori-pori, pigmentasi, dan tekstur mikro, tidak dianalisis dalam ruang lingkup penelitian ini.
4. Berdasarkan fitur kulit dan output model, dengan bantuan chatbot berupa Llama-3.3-70B yang hanya berfungsi sebagai penjelas, dibangun kombinasi output model dan fitur kulit tanpa rancangan dan penilaian kecantikan. Sistem ini tidak melakukan atau berhubungan dengan dataset yang berisi penilaian kecantikan yang bersifat subyektif, baik secara klinis maupun psikometri, untuk peregang dan pencocokan skor yang dihasilkan.