



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI APLIKASI REKOMENDASI GAYA
RAMBUT BERDASARKAN BENTUK WAJAH DENGAN
YOLO v8**

SKRIPSI

PUTRA FAJAR RAMADHAN

2207411046

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2026**



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI APLIKASI REKOMENDASI GAYA RAMBUT BERDASARKAN BENTUK WAJAH DENGAN YOLO v8

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-syarat yang Diperlukan untuk Memperoleh
Diploma Empat Politeknik**

**PUTRA FAJAR RAMADHAN
2207411046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2026**



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putra Fajar Ramadhan
NIM : 2207411046
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Informatika
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI APLIKASI REKOMENDASI GAYA RAMBUT BERDASARKAN BENTUK WAJAH DENGAN YOLO v8

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 08 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Putra Fajar Ramadhan
NIM 2207411046



© Hak Cipta Milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Skrripsi diajukan oleh:

: Putra Fajar Ramadhan
: 2207411046
Jurusan / Program Studi : T. Informatika dan Komputer / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi Aplikasi Rekomendasi Gaya Rambut
Berdasarkan Bentuk Wajah dengan YOLO v8

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Selasa, Tanggal 14, Bulan Juli, Tahun 2026, dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan Oleh

Pembimbing : Euis Oktavianti, S.Si., M.T.I. (Euis)

Penguji I : Rizki Elisa Nalawati, S. T., M. T. (Rizki)

Penguji II : Dr. Anita Hidayati, S. Kom., M. Kom. (Anita)

Penguji III : Asep Taufik Muharram, S. Kom., M. Kom. (Asep)

Mengetahui,

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “IMPLEMENTASI APLIKASI REKOMENDASI GAYA RAMBUT BERDASARKAN BENTUK WAJAH DENGAN YOLO v8”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer.
2. Ibu Euis Oktavianti, S.Si., M.T.I., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika dan dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh Bapak/Ibu guru atau dosen yang sudah mendidik penulis sehingga menjadi pribadi yang lebih baik.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Sahabat (Randy, Prajurit, AU, Sijey, dan Muhammad Fajar) yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Depok, 01 Juli 2026

Penulis,

Putra Fajar Ramadhan

NIM. 2207411046





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putra Fajar Ramadhan
NIM : 2207411046
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

IMPLEMENTASI APLIKASI REKOMENDASI GAYA RAMBUT BERDASARKAN BENTUK WAJAH DENGAN YOLO v8

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 08 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Putra Fajar Ramadhan
NIM 2207411046



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi mendorong organisasi untuk mengoptimalkan pengelolaan data. Pemilihan gaya rambut pria yang tepat seringkali terkendala oleh kurangnya pemahaman mengenai proporsi bentuk wajah. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan aplikasi mobile sistem rekomendasi gaya rambut pria berbasis kecerdasan buatan dengan fitur Virtual Try-On. Sistem ini menggunakan pendekatan Two-Stage Training, diawali dengan ekstraksi 68 titik landmark wajah menggunakan arsitektur YOLOv8-Pose yang kemudian dikonversi menjadi lima parameter rasio jarak Euclidean. Data numerik tersebut diklasifikasikan ke dalam lima kategori bentuk wajah menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) ber-kernel Radial Basis Function (RBF). Sistem backend (FastAPI) diintegrasikan dengan Generative AI (Gemini) untuk menyusun narasi rekomendasi dan melakukan manipulasi citra (image inpainting) secara fotorealistik, sementara antarmuka client dibangun menggunakan React Native. Hasil pengujian menunjukkan model YOLOv8-Pose mencapai presisi mAP50 sebesar 70,18%, dan model SVM menghasilkan akurasi terbaik sebesar 74,66% pada skenario pembagian data 70% latih / 5% validasi / 25% uji, dengan nilai Cohen's Kappa Score 0,6832 (substantial agreement). Pengujian tambahan pada dataset publik independen menghasilkan akurasi sebesar 70,0%, yang mengonfirmasi kemampuan generalisasi model pada data baru. Pengujian Black Box menunjukkan fungsionalitas aplikasi 100% valid pada seluruh skenario. Evaluasi penerimaan pengguna melalui instrumen System Usability Scale (SUS) memperoleh skor sangat baik (87,81), dan Net Promoter Score (NPS) mencatat 62,5% pengguna sebagai Promoters.

Kata Kunci: Rekomendasi Gaya Rambut, YOLOv8-Pose, Support Vector Machine, Virtual Try-On.



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	2
LEMBAR PENGESAHAN.....	4
KATA PENGANTAR.....	5
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	7
Abstrak.....	8
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	11
DAFTAR TABEL.....	12
DAFTAR LAMPIRAN.....	13
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4.1 Tujuan.....	2
1.4.2 Manfaat.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Aplikasi Sistem Rekomendasi.....	5
2.2 Gaya Rambut.....	5
2.3 Software Development Life Cycle (SDLC).....	5
2.3.1 Tahap Analisis.....	6
2.3.2 Tahap Perancangan.....	6
2.3.3 Tahap Implementasi.....	6
2.3.4 Tahap Pengujian.....	7
2.3.5 Waterfall.....	7
2.4 Cross Industry Standard Process – Data Mining (CRISP-DM).....	7
2.4.1 Business Understanding.....	7
2.4.2 Data Understanding.....	7
2.4.3 Data Preparation.....	8
2.4.4 Modelling.....	8
2.4.5 Evaluasi Model.....	9
2.4.6 Deployment.....	13
2.5 Penelitian Terkait.....	13
BAB III	



Hak Cipta :

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

METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Rancangan Penelitian.....	14
3.1.1 Tahapan Penelitian.....	14
3.1.2 Objek Penelitian.....	16
3.2 Sumber Data.....	16
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	17
3.4 Teknik Analisis Data.....	17
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Identifikasi Kebutuhan.....	18
4.1.1 Kebutuhan Pelatihan Model.....	18
4.1.2 Kebutuhan Pengembangan Aplikasi Mobile dan Backend.....	21
4.2 Perancangan Sistem.....	23
4.2.1 Perancangan Model.....	23
4.2.2 Perancangan Aplikasi.....	33
4.3 Implementasi Sistem.....	37
4.3.1 Implementasi Model.....	38
4.3.2 Implementasi Aplikasi Mobile dan Backend.....	41
4.4 Pengujian Sistem.....	43
4.4.1 Pengujian Evaluasi dan Model.....	44
4.4.2 Pengujian Fungsionalitas Sistem (Black Box Testing).....	51
4.4.3 Pengujian System Usability Scale (SUS).....	52
4.4.4 Data Hasil Pengujian Net Promoter Score (NPS).....	53
BAB V	
PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	53
LAMPIRAN.....	54



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	14
Gambar 4. 1 Decision Tree Rekomendasi Gaya Rambut.....	28
Gambar 4.2 Alur Preprocessing Data untuk SVM.....	29
Gambar 4. 3 Use Case Diagram.....	33
Gambar 4.4 Alur Sistem.....	34
Gambar 4. 5 Activity Diagram Mengunggah Foto.....	36
Gambar 4. 5 Activity Diagram Memilih Gaya Rambut.....	36
Gambar 4.6 Activity Diagram Menampilkan Hasil Generate.....	37
Gambar 4. 7 Implementasi Antarmuka Aplikasi Mobile.....	42
Gambar 4. 8 Implementasi Antarmuka Aplikasi Mobile.....	43
Gambar 4.9 Hasil Landmark YOLO.....	45
Gambar 4.10 Fitur Landmark yang dipakai untuk SVM.....	45





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terkait.....	13
Tabel 2 Kriteria Kebutuhan Dataset.....	18
Tabel 3 Kriteria Kebutuhan Model.....	20
Tabel 4 Kebutuhan Fungsional Web.....	21
Tabel 5 Kebutuhan Non-Fungsional Aplikasi.....	22
Tabel 6 Kebutuhan Perangkat Keras.....	22
Tabel 7 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	23
Tabel 8 Tabel Keputusan.....	24
Tabel 9 Contoh Dataset.....	38
Tabel 10 Hasil Evaluasi Model YOLO.....	44
Tabel 11 Hasil Pelatihan SVM.....	46
Tabel 12 Hasil Pengujian SVM.....	48
Tabel 13 Hasil Sebaran Klasifikasi SVM.....	49
Tabel 14 Hasil Testing Dataset Publik Independen.....	50
Tabel 15 Hasil Black Box Testing.....	51
Tabel 16 Hasil System Usability Scale (SUS).....	53
Tabel 17 Rekapitulasi Data Penilaian NPS.....	53



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....	54
-----------------	----





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penampilan gaya rambut merupakan salah satu aspek penting dalam membentuk kesan pertama, tidak terkecuali bagi pria. Pemilihan gaya rambut yang sesuai dengan proporsi dan geometri wajah berperan signifikan dalam meningkatkan estetika serta kepercayaan diri. Namun pada kenyataannya, banyak individu yang masih kesulitan menentukan potongan rambut yang presisi karena kurangnya pemahaman terhadap bentuk wajah mereka sendiri ('Ulhaq & Nuryana, 2025). Konsultasi dengan pakar penata rambut (barberman) seringkali menjadi solusi, namun tidak semua orang memiliki akses atau waktu untuk mendapatkan rekomendasi yang personal setiap saat.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi Visi Komputer (Computer Vision) mulai dimanfaatkan untuk memberikan rekomendasi otomatis. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan MediaPipe yang digabungkan dengan algoritma klasifikasi. Akan tetapi, metode tersebut rentan terhadap kondisi pencahayaan dan sudut kemiringan wajah (pose angle). Untuk mengatasi hal ini, model deteksi berbasis YOLOv8-Pose terbukti lebih tangguh (robust) dalam mengekstraksi titik anatomi wajah (facial landmark). Meski demikian, lokalisasi titik wajah secara mentah—terutama pada area rahang tepi—kerap menghasilkan nilai yang bias. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ekstraksi fitur yang lebih stabil, yaitu dengan mengonversi titik-titik kunci wajah menjadi metrik rasio jarak Euclidean yang kebal terhadap perubahan skala (scale-invariant) sebelum diklasifikasikan.

Rasio geometris wajah manusia memiliki pola yang kompleks dan kerap saling tumpang tindih (overlapping), seperti kemiripan proporsi antara wajah Oval dan Oblong atau Round dan Square. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan Support Vector Machine (SVM) dengan kernel Radial Basis Function (RBF) yang terbukti unggul dalam memetakan data berdimensi non-linear untuk mengklasifikasikan 5 bentuk wajah dasar pria. Hasil klasifikasi dari model SVM ini kemudian diproses lebih lanjut menggunakan pendekatan Rule-Based System

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

berdasarkan pengetahuan pakar (Knowledge Base) untuk menghasilkan rekomendasi dari 20 variasi gaya rambut pria yang spesifik.

Lebih dari sekadar memberikan rekomendasi berbasis teks, seringkali pengguna tetap kesulitan membayangkan bagaimana gaya rambut tersebut jika diaplikasikan pada wajah mereka. Menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengintegrasikan teknologi Generative AI (Gemini Flash Image) untuk menghadirkan fitur Virtual Try-On berbasis image inpainting. Sistem ini dirancang ke dalam bentuk aplikasi ponsel cerdas (mobile) terintegrasi agar pengguna tidak hanya mendapatkan rekomendasi analitis yang akurat, tetapi juga dapat melihat simulasi fotorealistik gaya rambut baru pada wajah mereka sendiri secara praktis dan real-time.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan YOLO dengan SVM untuk memaksimal rekomendasi gaya rambut berdasarkan bentuk wajah.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini tidak mencakup dalam mendeteksi jenis rambut
2. Implementasi model dilakukan menggunakan YOLO dan SVM untuk mendeteksi bentuk wajah
3. Sistem rekomendasi gaya rambut dilakukan dengan cara rule based
4. Rekomendasi gaya rambut hanya untuk jenis kelamin laki-laki

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan YOLO dan SVM untuk memaksimal rekomendasi gaya rambut berdasarkan bentuk wajah.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dibuatnya aplikasi ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan rekomendasi gaya rambut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Memberikan kemudahan untuk menentukan gaya rambut yang cocok berdasarkan bentuk wajah

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun secara sistematis untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur penelitian, yang terbagi ke dalam bab-bab sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN

BAB I berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan yang akan menjadi landasan utama dalam memberikan rekomendasi gaya rambut berdasarkan bentuk wajah.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II memuat tinjauan pustaka dan landasan teori yang menjadi dasar pembahasan dalam penelitian ini. Pada bab ini juga disajikan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, guna memberikan gambaran umum serta memperkuat landasan ilmiah terkait topik yang diangkat dalam penelitian ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

BAB III membahas perencanaan dan perancangan sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Pada bab ini dijelaskan rancangan penelitian, tahapan pelaksanaan penelitian, objek penelitian, serta model, framework, dan teknik yang digunakan. Selain itu, bab ini juga menguraikan teknik pengumpulan dan analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV membahas hasil pengembangan dan pengujian model dari penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini, seluruh tahapan pengujian dijelaskan secara sistematis, mulai dari deskripsi pengujian dan skenario uji model hingga pemaparan hasil yang diperoleh. Selanjutnya, data hasil pengujian model dianalisis dan dievaluasi untuk menilai kinerja model yang dikembangkan. Melalui pembahasan tersebut, diharapkan dapat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

diperoleh gambaran yang jelas mengenai tingkat efektivitas metode yang diimplementasikan dalam sistem.

5. BAB V PENUTUP

BAB V menyajikan rangkuman keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan. Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian, serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan atau penelitian selanjutnya.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aplikasi Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah suatu sistem yang digunakan untuk melakukan prediksi terhadap sesuatu objek. Secara umum, sistem ini bekerja dengan menganalisis data perilaku pengguna, misalnya riwayat pencarian, pembelian, rating, atau pola klik, kemudian membandingkannya dengan data dari banyak pengguna lain untuk menemukan pola yang mirip. Berdasarkan pola tersebut, sistem akan memprediksi item apa yang kemungkinan besar disukai oleh pengguna. Pendekatan yang paling umum meliputi *content-based filtering* (merekomendasikan item berdasarkan kesamaan fitur item yang pernah disukai pengguna), *collaborative filtering* (mencari pola kesukaan dari pengguna lain yang mirip), dan *hybrid system* yang menggabungkan keduanya untuk membuat rekomendasi yang lebih akurat. Dengan cara ini, sistem rekomendasi membantu mempersonalisasi pengalaman pengguna sehingga informasi yang muncul lebih relevan dan sesuai kebutuhan.

2.2 Gaya Rambut

Gaya rambut menjadi salah satu aspek penting dalam penampilan pria, dimana pemilihan potongan rambut yang tepat harus mempertimbangkan keselarasan dengan bentuk geometris wajah seseorang (Anik et al., 2025). Dalam konteks tata rias pria, pangkas rambut merujuk pada proses pemotongan rambut sesuai teknik tertentu yang mempertimbangkan bentuk wajah dan proporsi fitur wajah untuk menghasilkan tampilan yang proporsional dan seimbang.

2.3 *Software Development Life Cycle (SDLC)*

Software Development Life Cycle (SDLC) merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang mencakup tahapan analisis, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan, yang diterapkan secara sistematis sejak tahap inisiasi hingga perawatan sistem (Jamal et al., 2022). Salah satu model SDLC yang paling umum digunakan dalam pengembangan perangkat lunak adalah model *Waterfall*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1 Tahap Analisis

Tahap analisis dalam SDLC merupakan proses untuk mengenali serta memahami kebutuhan pengguna dan masalah yang ingin diselesaikan oleh sistem. Pada fase ini, berbagai informasi dikumpulkan dan diolah, termasuk alur bisnis, kebutuhan fungsional, dan kebutuhan non-fungsional, sehingga sistem yang dibangun dapat sesuai dengan tujuan serta ekspektasi pengguna. Temuan dari tahap analisis ini menjadi landasan penting dalam proses perancangan sistem, sehingga potensi kesalahan pada tahap pengembangan berikutnya dapat diminimalkan (Setiyani et al., 2021).

2.3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan (*design*) dalam metode *Waterfall* merupakan proses memodelkan sistem sebelum memasuki fase implementasi. Pada tahap ini, hasil analisis kebutuhan diterjemahkan ke dalam desain sistem melalui berbagai diagram, seperti *activity diagram*, *use case diagram*, dan *class diagram*. Diagram-diagram tersebut digunakan untuk menggambarkan alur proses, hubungan antara aktor dan sistem, serta struktur dan keterkaitan komponen internal sistem. Tahap ini menjadi pondasi penting agar proses pengembangan dapat berjalan terarah dan selaras dengan kebutuhan yang telah dirumuskan (Hafidz et al., 2022; Ashari et al., 2023; Ramdany, 2024).

2.3.3 Tahap Implementasi

Tahap implementasi merupakan fase pada metode *Waterfall* yang berfokus pada realisasi desain sistem menjadi perangkat lunak yang dapat digunakan. Pada tahap ini, sistem dikembangkan berdasarkan rancangan yang telah dibuat, biasanya dalam bentuk aplikasi berbasis web dengan dukungan *framework* seperti *FastAPI* dan *TailwindCSS*. Selain itu, dilakukan pula pengujian awal menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan bahwa setiap fungsi bekerja sesuai kebutuhan dan menghasilkan keluaran yang benar (Setiawansyah et al., 2022; Aipina et al., 2022; Eriya, 2020).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.3.4 Tahap Pengujian

Tahap pengujian merupakan proses verifikasi dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan menilai apakah sistem telah berfungsi sesuai spesifikasi serta memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan dengan menjalankan skenario tertentu untuk mendeteksi kesalahan atau kekurangan fungsi sistem, sekaligus mengevaluasi ketepatan respons yang dihasilkan. Salah satu teknik yang digunakan adalah *black box testing*, yaitu metode yang mengevaluasi fungsi sistem dari sisi luar tanpa memeriksa kode internal, sehingga dapat diketahui apakah sistem telah sesuai spesifikasi atau masih memerlukan penyempurnaan (Eriya, 2020).

2.3.5 Waterfall

Metode *Waterfall* merupakan salah satu model *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang umum digunakan karena proses pengembangannya berlangsung secara bertahap dan terurut. Setiap fase harus diselesaikan secara penuh sebelum memasuki tahap berikutnya, sehingga pengembangan perangkat lunak dapat dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan mudah dikendalikan (Risald, 2021).

2.4 Cross Industry Standard Process – Data Mining (CRISP-DM)

Metode CRISP-DM merupakan sebuah kerangka kerja standar dalam pelaksanaan data mining yang berperan sebagai acuan untuk merancang strategi analisis dan menyusun langkah pemecahan masalah, baik dalam konteks bisnis maupun penelitian (Wibisono et al., 2022).

2.4.1 Business Understanding

Business Understanding merupakan tahap awal dalam CRISP-DM yang berfokus pada penetapan tujuan dan sasaran bisnis. Pada tahap ini juga dirumuskan strategi untuk mencapai tujuan tersebut serta dilakukan pemahaman mendalam terhadap kondisi, tantangan, dan kebutuhan bisnis yang akan dianalisis (Wibisono et al., 2022).

2.4.2 Data Understanding

Tahap *Data Understanding* melibatkan proses pengumpulan dan pemeriksaan data untuk memahami karakteristik, pola, serta struktur yang terkandung di dalamnya.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hasil dari tahap ini menjadi dasar bagi pemanfaatan data dalam kegiatan analisis, penelitian, maupun pengambilan keputusan bisnis (Wibisono et al., 2022).

2.4.3 Data Preparation

Tahap *Data Preparation* atau *preprocessing* dilakukan sebelum proses pelatihan model, dengan tujuan membersihkan data, menyesuaikan format, serta mempersiapkan data agar siap digunakan. Tahapan ini penting untuk mengatasi ketidakteraturan pada data mentah sehingga menghasilkan data yang lebih konsisten dan terstandarisasi, yang pada akhirnya membantu algoritma menghasilkan prediksi atau analisis yang lebih akurat (Agung et al., 2023).

2.4.4 Modelling

Tahap *modelling* pada CRISP-DM mencakup proses pemilihan dan penerapan teknik pemodelan yang sesuai terhadap data yang telah melalui tahap persiapan. Pada fase ini, peneliti menentukan algoritma yang akan digunakan, membangun model menggunakan data pelatihan, serta melakukan penyesuaian parameter agar model sejalan dengan tujuan analisis atau bisnis. Model yang dihasilkan dirancang untuk menemukan pola dan hubungan dalam data, dan selanjutnya dievaluasi untuk menilai performa dan kelayakannya dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti (Pratama et al., 2023).

1. Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang populer dan bersifat multifungsi, sehingga banyak digunakan oleh pengembang perangkat lunak hingga pengembangan model *machine learning* dan *deep learning*. Perkembangan penggunaan *Python* dalam bidang visi komputer (*computer vision*) berlangsung sangat pesat, terutama karena ketersediaan berbagai pustaka seperti *Ultralytics*, *OpenCV*, dan *Scikit-learn* yang mendukung proses pengembangan model, sehingga mampu menghasilkan performa dan akurasi yang tinggi (Alfarizi et al., 2023).

2. YOLO

YOLO adalah pengembangan dari arsitektur YOLO yang dirancang untuk melakukan tugas estimasi pose (*pose estimation*) secara single-shot, artinya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

model mendeteksi objek dan memprediksi titik-titik kunci (*keypoints*) secara bersamaan dalam satu kali pemrosesan citra tanpa memerlukan tahapan *cropping* terpisah.

3. SVM

Support Vector Machine (SVM) adalah algoritma *supervised learning* yang bekerja dengan prinsip mencari *hyperplane* atau bidang pemisah terbaik yang memisahkan data antar kelas dengan margin maksimal. Dalam konteks klasifikasi bentuk wajah, SVM memetakan fitur input (seperti rasio panjang wajah dan lebar rahang) ke dalam ruang berdimensi tinggi. Untuk menangani data yang tidak dapat dipisahkan secara linear (*non-linear separable*), SVM memanfaatkan teknik *kernel trick*, khususnya kernel *Radial Basis Function* (RBF). Kernel RBF memungkinkan SVM untuk membentuk batas keputusan yang fleksibel dan melengkung, sehingga mampu mengklasifikasikan variasi bentuk wajah (seperti perbedaan tipis antara *Oval* dan *Round*) dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pengklasifikasi linear sederhana. SVM dipilih karena kemampuannya yang tangguh (*robust*) dalam menangani dataset dengan jumlah fitur yang terbatas namun membutuhkan presisi klasifikasi yang tinggi.

2.4.5 Evaluasi Model

Proses evaluasi merupakan tahap kritis untuk mengukur kinerja arsitektur sistem yang dibangun. Evaluasi dibagi menjadi dua tahap yaitu, evaluasi akurasi deteksi titik wajah (*landmark detection*) pada model YOLO dan evaluasi ketepatan klasifikasi bentuk wajah pada model SVM.

A. Evaluasi Deteksi Landmark (YOLO)

Untuk mengukur seberapa presisi model YOLO dalam memprediksi 68 titik koordinat wajah, terutama dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi, digunakan dua metrik utama, yaitu *Mean Average Precision* (mAP) dan *Validation Box Loss* (val/box_loss).

1. *Mean Average Precision* (mAP)

MAP (*Pose*) digunakan untuk mengevaluasi performa model YOLO secara keseluruhan dalam mendeteksi keberadaan *keypoints*. Metrik ini menghitung area di bawah kurva *Precision-Recall* dengan ambang batas (threshold) OKS (*Object*



Hak Cipta :

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

Keypoint Similarity). $mAP@50-95$ merupakan rata-rata presisi pada berbagai tingkat toleransi kesalahan, yang menunjukkan kekokohan model

Rumus umum *Average Precision* (AP) adalah:

$$AP = \int_0^1 p(r) dr$$

Dimana :

$p(r)$ = Fungsi presisi pada nilai recall r .

Dalam evaluasi YOLO, mAP dibagi menjadi dua tingkat keketatan ambang batas *Intersection over Union* (IoU):

- a. mAP_{50} ($mAP@0.50$): Mengukur tingkat keberhasilan model dalam mendeteksi objek dengan syarat minimal irisan kotak tebakan dan kotak asli sebesar 50% (IoU 0.50). Metrik ini dirumuskan pada Persamaan 1.

$$mAP_{50} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i^{0.50} \quad (1)$$

- b. mAP_{50-95} ($mAP@0.50:0.95$): Merupakan evaluasi lokalisasi yang lebih ketat. Metrik ini adalah rata-rata dari nilai mAP pada ambang batas IoU mulai dari 0.50 hingga 0.95 (dengan interval 0.05). Tingginya nilai ini menunjukkan kekokohan model dalam menggambar kotak deteksi secara sangat presisi. Rumusnya terdapat pada Persamaan 2.

$$mAP_{50-95} = \frac{mAP_{0.50} + mAP_{0.55} + \dots + mAP_{0.95}}{10} \quad (2)$$

2. Validation Box Loss (val/box_loss)

Metrik ini mengukur tingkat kesalahan (selisih jarak) antara kotak pembatas (*bounding box*) yang diprediksi oleh model dengan letak kotak objek yang sebenarnya (*ground truth*) pada data validasi. Semakin kecil nilai *box loss*, semakin presisi model dalam melokalisasi letak wajah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

B. Evaluasi Klasifikasi Bentuk Wajah (SVM)

Setelah titik wajah didapatkan dan fitur rasio diekstraksi menjadi data tabular, model SVM dievaluasi kemampuannya dalam mengkategorikan 5 bentuk wajah menggunakan *Confusion Matrix*. Evaluasi ini menggunakan metrik berikut.

1. Accuracy

Akurasi mengukur rasio prediksi yang benar terhadap keseluruhan data uji. Metrik ini memberikan gambaran umum kinerja sistem klasifikasi. Rumus akurasi pada persamaan 3.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

2. Precision, Recall, dan F1-Score

Karena distribusi bentuk wajah mungkin tidak seimbang, akurasi saja tidak cukup. *Precision* mengukur ketepatan prediksi positif, *Recall* mengukur keberhasilan model menemukan kembali data positif, dan *F1-Score* adalah rata-rata harmonis keduanya yang merefleksikan keseimbangan model. Untuk rumusnya terdapat pada Persamaan 4, 5, dan 6.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

$$Precision = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (6)$$

Dimana:

TP (*True Positive*) : Data bentuk wajah diprediksi benar sesuai kelasnya.

TN (*True Negative*) : Data bukan kelas tersebut diprediksi benar sebagai



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

bukan kelas tersebut.

FP (*False Positive*) : Data diprediksi sebagai kelas A, padahal aslinya B (Salah Tebak).

FN (*False Negative*) : Data aslinya kelas A, tapi tidak terdeteksi (Gagal Deteksi).

3. Macro Average F1-Score

Untuk klasifikasi multi-kelas (5 bentuk wajah), metrik *Macro F1* digunakan untuk memberikan nilai performa tunggal tanpa memihak kelas mayoritas. Metrik ini menghitung rata-rata dari *F1-Score* tiap kelas secara adil. Rumus macro F1 terdapat pada Persamaan 7.

$$Macro\ F1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F1_i \quad (7)$$

Dimana : N adalah jumlah kelas.

4. Cohen's Kappa Score

Metrik ini sangat krusial untuk mengevaluasi klasifikasi multi-kelas karena mengukur tingkat kesepakatan prediksi model setelah dikurangi oleh probabilitas tebakan yang benar secara kebetulan (*chance agreement*). Rumus *Cohen's Kappa Score* terdapat pada Persamaan 8.

$$\kappa = \frac{\rho_o - \rho_e}{1 - \rho_e} \quad (8)$$

Dimana :

κ = Nilai *Cohen's Kappa Score*.

ρ_o = Proporsi prediksi yang benar (*Observed Agreement* atau Akurasi)

ρ_e = Probabilitas prediksi benar secara kebetulan (*Expected Agreement*)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.4.6 Deployment

A. Fast API

Untuk menangani pemrosesan data citra dan menjalankan *model Machine Learning*, sistem ini menggunakan *FastAPI*. Seperti yang didefinisikan sebelumnya, *FastAPI* adalah *framework web Python* modern berbasis *Python type hints* yang dirancang untuk membangun API dengan performa tinggi.

B. React Native

Sisi antarmuka pengguna (*front-end*) pada sistem ini dibangun menggunakan konsep Aplikasi *Mobile (Mobile Application)*. Aplikasi *mobile* adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk berjalan dan dioperasikan pada perangkat seluler, seperti ponsel cerdas (*smartphone*) atau tablet, yang mampu berinteraksi secara dinamis dengan fitur bawaan dari sistem operasi perangkat tersebut.

Untuk merealisasikan hal tersebut, penelitian ini menggunakan *framework React Native*. *React Native* adalah kerangka kerja (*framework*) sumber terbuka berbasis JavaScript dan React yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*) secara lintas platform (*cross-platform*). Melalui *React Native*, basis kode yang ditulis dapat langsung dikompilasi menjadi komponen antarmuka *native* asli bawaan sistem operasi (seperti Android atau iOS). Hal ini memberikan keuntungan berupa performa aplikasi yang ringan, responsif, serta memberikan pengalaman interaktif yang optimal dan natural bagi pengguna saat mengakses fitur-fitur Kecerdasan Buatan di dalamnya.

2.5 Penelitian Terkait

Tabel 1 Penelitian Terkait

No	Judul	Metode	Hasil
1	Automatic Face Shape Classification via Facial Landmark Measurements	Naive Bayes dan SVM menggunakan DLIB 68-point serta 8 metrik geometris	Akurasi Naive Bayes (85%) mengungguli SVM (76%) dalam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Judul	Metode	Hasil
		pada dataset Chicago Face.	mengklasifikasikan 7 bentuk wajah.
2	Implementasi Deteksi Bahasa Isyarat Tangan Menggunakan OpenCV dan MediaPipe	SVM menggunakan fitur MediaPipe Hands dan OpenCV dengan dataset 400 citra real-time.	Model mengenali isyarat tangan secara real-time dengan F1-Score, Recall, dan Precision mencapai 0.9875.
3	Klasifikasi Emosi Pada Raut Wajah Pelajar Menggunakan Ekstraktor Fitur Face Mesh dan Metode Support Vector Machine	SVM dengan Hyperparameter Tuning menggunakan MediaPipe Face Mesh pada dataset DAISEE.	Akurasi mencapai 53% pasca-tuning, dengan performa klasifikasi terbaik pada kelas <i>Boredom</i> .

Berdasarkan Tabel 1, penelitian pertama (Marinescu, 2021) mengadopsi konsep inti berupa penggunaan facial landmark untuk mengekstrak fitur rasio geometris wajah sebagai dasar klasifikasi bentuk wajah. Secara spesifik, empat fitur utama yang digunakan dalam penelitian ini Face Aspect Ratio (FAR), RTop, RBot, dan RDiff diadaptasi langsung dari metrik yang diusulkan oleh Marinescu. Selain itu, pendekatan post-processing rules yang diterapkan Marinescu untuk mengoreksi misklasifikasi pada kasus borderline juga diadopsi dalam penelitian ini melalui mekanisme threshold tuning pada probabilitas output SVM. Perbedaannya terletak pada model deteksi landmark yang digunakan Marinescu menggunakan DLIB



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

sedangkan penelitian ini menggunakan YOLOv8-Pose serta jumlah kelas yang direduksi menjadi 5 kelas.

Penelitian kedua diadopsi pendekatan pipeline yang serupa yaitu menggunakan model deteksi landmark (dalam hal ini MediaPipe Hands) sebagai ekstraktor fitur yang kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma Support Vector Machine. Korelasi utama terletak pada arsitektur dua tahap: (1) deteksi titik koordinat menggunakan model deep learning, kemudian (2) klasifikasi pola dari koordinat tersebut menggunakan SVM. Pendekatan ini membuktikan bahwa SVM efektif sebagai classifier ketika dipadukan dengan fitur berbasis landmark, yang menjadi validasi terhadap arsitektur yang dipilih dalam penelitian ini.

Penelitian ketiga diadopsi metodologi penggunaan SVM dengan kernel RBF dan Hyperparameter Tuning menggunakan Grid Search untuk mengklasifikasikan data berbasis facial landmark. Korelasi langsung terletak pada: (1) penggunaan facial landmark sebagai sumber fitur untuk klasifikasi wajah, (2) penerapan SVM sebagai algoritma klasifikasi utama, dan (3) proses optimasi hyperparameter untuk meningkatkan performa model. Temuan penelitian ini bahwa akurasi meningkat 25% setelah tuning juga menjadi justifikasi pentingnya proses hyperparameter tuning yang diterapkan dalam penelitian ini melalui eksplorasi parameter C dan gamma pada kernel RBF.

Secara keseluruhan, ketiga penelitian terkait memberikan landasan bahwa pendekatan berbasis landmark dan machine learning classifier (khususnya SVM) merupakan arsitektur yang valid dan telah terbukti efektif untuk berbagai task klasifikasi berbasis fitur spasial tubuh manusia, mulai dari deteksi bentuk wajah, pengenalan gestur tangan, hingga klasifikasi emosi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

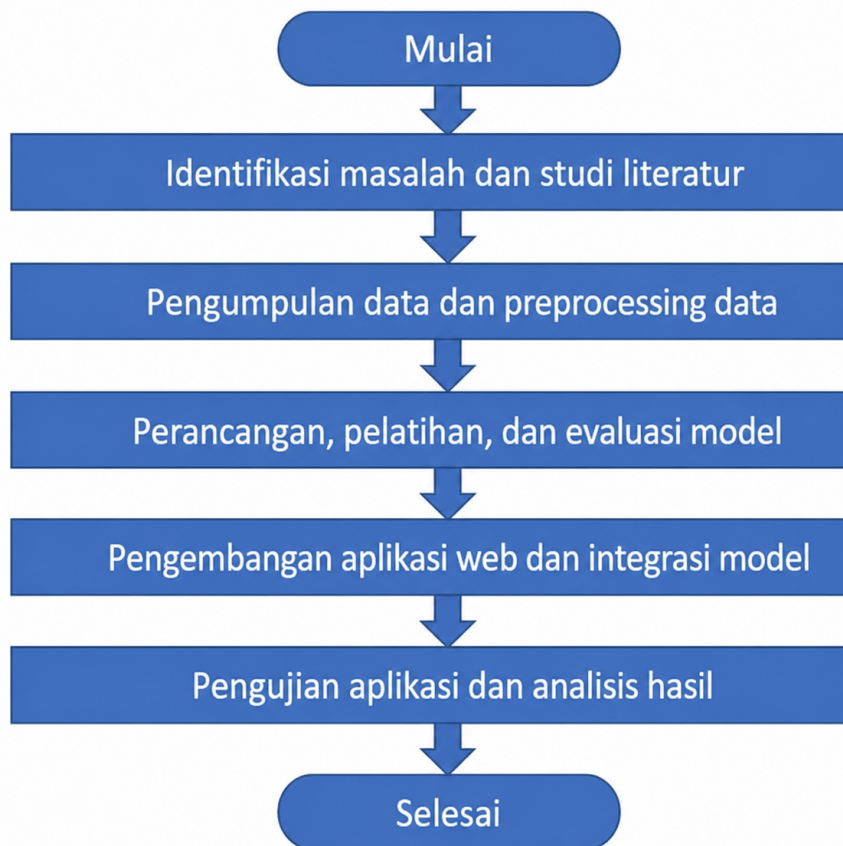
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mengimplementasikan model YOLOv8-Pose dan *Support Vector Machine* (SVM) dalam merekomendasikan gaya rambut pria berdasarkan klasifikasi geometri wajah, yang kemudian diproyeksikan secara visual menggunakan Generative AI. Seluruh proses modelling tersebut diintegrasikan ke dalam sebuah sistem aplikasi berbasis *mobile*.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.1.1 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan utama, yaitu kesulitan pengguna dalam menentukan gaya rambut yang sesuai akibat kurangnya pemahaman terhadap geometri wajah serta keterbatasan metode deteksi konvensional pada kondisi pencahayaan rendah. Studi literatur dilakukan dengan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

meninjau penelitian terkait arsitektur YOLO untuk deteksi landmark wajah, metode ekstraksi fitur geometris berbasis rasio wajah, serta algoritma klasifikasi Support Vector Machine (SVM). Kajian ini bertujuan untuk merumuskan kebutuhan sistem yang mampu bekerja secara akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar.

2. Persiapan dan Preprocessing Data

Data yang digunakan berasal dari dua sumber berbeda. Pertama, dataset 300W-LP yang berisi citra wajah dengan anotasi 68 titik landmark untuk melatih model YOLOv8-Pose. Kedua, FaceShape Dataset dari platform Kaggle yang mencakup lima kategori bentuk wajah (Heart, Oblong, Oval, Round, Square) untuk pelatihan klasifikasi SVM. Pembersihan dataset SVM dilakukan menggunakan metode Z-Score sebelum tahap pelatihan.

3. Perancangan, Pelatihan, dan Evaluasi Model

Tahap ini terdiri dari dua fase pelatihan model (Two-Stage Training):

a. *Fine-Tuning YOLOv8-Pose*

Model dilatih menggunakan dataset 300W-LP untuk mendeteksi koordinat *landmark* wajah. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik *Mean Average Precision* (mAP50 dan mAP50-95) serta *Validation Box Loss*.

b. Pelatihan SVM

Fitur rasio geometris yang diekstrak oleh YOLO digunakan untuk melatih model SVM dengan kernel RBF. *Hyperparameter tuning* (GridSearchCV) dilakukan untuk mencari konfigurasi optimal. Evaluasi model klasifikasi menggunakan *Confusion Matrix*, Akurasi, Presisi (*Precision*), Sensitivitas (*Recall*), *F1-Score*, *Macro F1-Score*, dan *Cohen's Kappa Score* guna memastikan konsistensi prediksi bentuk wajah.

4. Pengembangan Aplikasi Mobile

a. *Backend (FastAPI)*

Bertugas memuat model YOLO (.pt) dan SVM (.pkl), memproses citra unggahan, menjalankan klasifikasi bentuk wajah, serta mengeksekusi layanan *Google Generative AI (Gemini)* untuk menyusun teks rekomendasi dan *me-render* gambar Virtual Try-On.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

b. *Frontend (React Native)*

Bertugas menangani antarmuka pengguna (UI) berbasis Android, mulai dari akses kamera/galeri, hingga menampilkan visualisasi output klasifikasi dan hasil *Virtual Try-On*.

c. Pengujian Aplikasi dan Analisis Hasil

Tahap ini mencakup pengujian alur kerja aplikasi secara *Black-Box* untuk memastikan fungsi dari input hingga *output* berjalan tanpa galat (*error*). Selain pengujian fungsional, dilakukan juga evaluasi terhadap tingkat kegunaan dan kepuasan pengguna akhir terhadap aplikasi melalui penyebaran kuesioner *System Usability Scale* (SUS) dan pengukuran *Net Promoter Score* (NPS).

3.1.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah aplikasi rekomendasi gaya rambut pria berbasis mobile yang mengimplementasikan arsitektur deteksi *YOLOv8-Pose*, klasifikasi SVM, dan *Generative AI*. Aplikasi ini dirancang untuk menerima input berupa swafoto (*selfie*) wajah pengguna, memproses data tersebut menjadi analisis geometri bentuk wajah, dan memberikan rekomendasi potongan rambut (*rule-based*) beserta visualisasi hasil potongan rambut secara fotorealistik (*Virtual Try-On*).

3.2 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis dataset publik yang berbeda untuk mendukung pelatihan model Machine Learning.

1. Dataset Landmark Wajah (300W-LP)

Berisi ribuan citra wajah dari berbagai pose yang dilengkapi dengan notasi 68 titik koordinat. Data ini digunakan untuk melatih model *YOLOv8-Pose* agar mampu melokalisasi titik wajah secara presisi.

2. Dataset Klasifikasi Bentuk Wajah (FaceShape Dataset)

Diperoleh dari platform Kaggle, berisi ribuan citra wajah manusia yang dikelompokkan ke dalam lima label kategori: Heart, Oblong, Oval, Round, dan Square. Dataset ini digunakan untuk melatih algoritma SVM mengenali batasan kelas berdasarkan fitur rasio geometri.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Teknik Pengumpulan Data

1. Dataset Publik

Pengumpulan data latih kecerdasan buatan dilakukan dengan mengunduh dataset sekunder (300W-LP dan *FaceShape*) dari repositori publik *Kaggle*.

2. Studi Literatur dan Wawancara

Mengumpulkan referensi jurnal ilmiah terkait serta melakukan wawancara dengan pakar penata rambut (barberman) untuk menyusun *Knowledge Base* aturan kecocokan potongan rambut dengan bentuk wajah.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan melalui pendekatan bertahap yang diawali dengan lokalisasi wajah dan ekstraksi 68 titik landmark menggunakan model *YOLOv8-Pose*. Koordinat landmark tersebut kemudian dihitung jarak *Euclidean*-nya untuk dikonversi menjadi lima fitur numerik rasio geometris wajah. Data tabular tersebut kemudian dibersihkan dari anomali dan menjadi input bagi algoritma SVM (kernel RBF) untuk mengklasifikasikan bentuk wajah. Proses analisis diakhiri dengan evaluasi performa matematis sistem menggunakan parameter evaluasi mAP pada YOLO, serta penghitungan akurasi keseluruhan dan *Cohen's Kappa Score* pada SVM untuk mengukur tingkat kesepakatan prediksi yang terbebas dari faktor kebetulan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kebutuhan

Berdasarkan hasil telaah pustaka dari berbagai jurnal yang telah dikaji, diperoleh sejumlah kebutuhan yang menjadi dasar dalam penelitian ini. Kebutuhan tersebut meliputi pelatihan model deteksi dan klasifikasi, integrasi model *Generative AI*, pengembangan aplikasi *mobile* dan layanan *backend*, serta perangkat keras pendukung. Seluruh kebutuhan tersebut perlu dipenuhi agar proses penelitian dapat berjalan secara optimal dan sistem rekomendasi gaya rambut yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik.

4.1.1 Kebutuhan Pelatihan Model

A. Kebutuhan Dataset

Dataset menjadi komponen yang sangat penting dalam proses pelatihan model deteksi *landmark* wajah (*YOLOv8-Pose*) dan algoritma klasifikasi Support Vector Machine (SVM). Kriteria atau spesifikasi dataset yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria Kebutuhan Dataset

Kode	Nama	Deskripsi
KD-1	Karakteristik Data	Terdiri dari dua jenis data: data citra wajah manusia dengan anotasi 68 titik koordinat (<i>landmark</i>) untuk pelatihan YOLOv8-Pose, dan data tabular (CSV) berisi 5 rasio geometris wajah untuk pelatihan SVM.
KD-2	Jumlah data	Jumlah keseluruhan data ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini setelah proses augmentasi mencapai 15.000 baris data wajah yang tervalidasi.
KD-3	Kategori Kelas	Dataset harus mencakup representasi dari 5 bentuk wajah dasar manusia, yaitu <i>Heart</i> , <i>Oblong</i> , <i>Oval</i> , <i>Round</i> , dan <i>Square</i> .



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan gabungan dari dataset publik 300W-LP untuk melatih ketajaman deteksi titik wajah pada *YOLOv8-Pose*, serta *FaceShape Dataset* dari *Kaggle* untuk melatih algoritma SVM. Sebelum digunakan pada model klasifikasi, dataset citra mentah diekstraksi terlebih dahulu oleh model *YOLOv8-Pose* yang telah dilatih menjadi data numerik berupa 5 fitur rasio jarak antar titik wajah (seperti rasio panjang-lebar wajah dan rasio rahang-lebar).

Jumlah dataset akhir sebesar kurang lebih 14519 sampel data dipilih sebagai angka yang realistis dan optimal. Angka ini didapatkan melalui proses augmentasi dan penyeleksian data mentah awal, di mana citra yang tereliminasi akibat kerusakan format file bawaan serta kegagalan lokalisasi titik pada kondisi ekstrem telah dibersihkan. Setelah melalui proses penghapusan data anomali (*outlier removal*), jumlah data tersebut dinilai sangat mencukupi untuk melatih algoritma SVM. Penggunaan data tabular yang terlalu sedikit akan membuat model kesulitan menemukan pola batas antar kelas, sedangkan data yang diekspansi (*augmented*) secara tepat akan meningkatkan kekokohan (*robustness*) model.

Komposisi data dalam penelitian ini diusahakan seimbang pada kelima kategori bentuk wajah untuk menghindari bias pada kelas mayoritas (*class imbalance*). Mengingat bentuk wajah manusia memiliki kemiripan rasio dan titik singgung (*overlapping*) yang sangat tinggi antara satu kelas dengan kelas lainnya (seperti antara *Oval* dan *Oblong*), distribusi data yang seimbang sangat krusial agar model dapat membedakan metrik secara adil.

Selanjutnya, dataset tabular akan dibagi menjadi tiga bagian, training, validation, dan testing. Proporsi ini merupakan standar yang ideal pada *Machine Learning* untuk memastikan porsi data latih cukup besar bagi model untuk belajar, sekaligus menyisakan data uji yang memadai untuk proses validasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

B. Kebutuhan Model

Dalam mengembangkan fitur AI untuk deteksi bentuk wajah dan manipulasi citra *Virtual Try-On*, maka diperlukan sebuah arsitektur multi-model dengan kriteria seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Kebutuhan Model

Kode	Nama	Deskripsi
KM-1	Ekstraksi <i>Landmark</i>	Model harus mampu mendeteksi 68 titik wajah (<i>facial landmarks</i>) secara presisi dan tangguh terhadap berbagai kondisi pencahayaan.
KM-2	Klasifikasi Pola Geometris	Model harus mampu memetakan 5 rasio fitur numerik geometris wajah ke dalam 5 target klasifikasi bentuk wajah dengan kemampuan komputasi non-linear.
KM-3	Generative Inpainting	Model harus mampu menerapkan gaya rambut dari citra referensi ke citra pengguna secara fotorealistik tanpa merusak struktur wajah dan latar belakang asli.

Dalam mengembangkan sistem ini, diperlukan pendekatan yang spesifik untuk setiap tahapan. Untuk ekstraksi titik wajah, digunakan model dengan arsitektur YOLOv8-Pose karena kapabilitasnya yang sangat efisien dalam mendeteksi dan mengekstraksi koordinat anatomi wajah (berbasis titik) dibandingkan arsitektur pendeteksi objek standar (*bounding box* biasa).

Untuk tahap klasifikasi, model *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF) digunakan karena algoritma ini terbukti sangat unggul dalam menangani data tabular dengan pola yang tidak dapat dipisahkan secara linear. SVM mampu memproyeksikan fitur



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

rasio yang saling tumpang tindih ke dimensi yang lebih tinggi guna mencari garis pemisah (*hyperplane*) yang paling optimal.

Terakhir, sistem membutuhkan dukungan model *Generative AI* untuk fitur *Virtual Try-On*. Model ini (seperti *Gemini 3.1 Flash Image*) harus memiliki kemampuan *image inpainting* tingkat lanjut, sehingga dapat mentransfer gaya rambut dengan transisi batas kulit (*blending*) yang mulus serta mampu menyesuaikan dengan pencahayaan pada foto pengguna asli.

4.1.2 Kebutuhan Pengembangan Aplikasi Mobile dan Backend

A. Kebutuhan Fungsional

Dalam mengembangkan sebuah aplikasi *mobile* yang dapat menjadi antarmuka bagi pengguna untuk menggunakan fitur AI deteksi bentuk wajah dan *Virtual Try-On* gaya rambut, dibutuhkan sistem yang memiliki fungsionalitas yang dijelaskan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Kebutuhan Fungsional Web

Kode	Nama	Deskripsi
KF-1	Input Gambar Wajah	Pengguna dapat mengambil foto wajah secara langsung melalui kamera atau mengunggah foto dari galeri perangkat.
KF-2	Output Deteksi & Rekomendasi	Sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi bentuk wajah pengguna (misal: <i>Oval</i> , <i>Square</i>) beserta teks rekomendasi gaya rambut yang sesuai dari <i>Knowledge Base</i> .
KF-3	Output <i>Virtual Try-On</i>	Sistem dapat menampilkan gambar hasil <i>rendering</i> AI yang memperlihatkan wajah pengguna dengan proyeksi gaya rambut baru secara fotorealistik.

B. Kebutuhan Non-Fungsional



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Selain memenuhi kebutuhan fungsional, sistem juga harus memperhatikan kebutuhan non-fungsional guna memastikan kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi serta menjaga keandalan server saat memproses *Artificial Intelligence*.

Tabel 5 Kebutuhan Non-Fungsional Aplikasi

Kode	Nama	Deskripsi
KNF-1	Responsif & Kompatibilitas	Antarmuka aplikasi <i>mobile</i> dapat menyesuaikan tata letak secara dinamis dengan berbagai ukuran layar <i>smartphone</i> berbasis Android.

C. Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk melakukan pelatihan model *YOLOv8-Pose* secara efektif serta menjalankan server pengembangan lokal, dibutuhkan perangkat keras yang dapat mengakselerasi proses komputasi dengan spesifikasi yang dijelaskan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Kebutuhan Perangkat Keras

Kode	Nama	Deskripsi
KPK-1	GPU (Cloud)	Akselerator grafis setara NVIDIA Tesla T4 (melalui platform Kaggle) untuk memproses pelatihan model <i>YOLOv8-Pose</i> dan SVM tanpa membebani memori perangkat lokal.
KPK-2	Laptop	Perangkat komputasi utama untuk menyusun kode <i>backend</i> (API) dan melakukan kompilasi aplikasi <i>mobile</i> .
KPK-3	Smartphone	Perangkat seluler berbasis Android untuk melakukan pengujian fungsionalitas dan antarmuka aplikasi secara langsung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

D. Kebutuhan Perangkat Lunak

Untuk mengembangkan sistem secara menyeluruh, mulai dari pemrosesan dataset, pelatihan *Machine Learning*, pembuatan API, hingga antarmuka pengguna akhir, dibutuhkan perangkat lunak pendukung yang dijelaskan pada Tabel 7.

Tabel 7 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kode	Nama	Deskripsi
KPL-1	Visual Studio Code	<i>Source-Code Editor</i> utama untuk mengoperasikan kode Python beserta <i>library</i> pendukung, serta mengembangkan layanan <i>backend</i> dan aplikasi <i>mobile</i> . .
KPL-2	Kaggle Notebook	<i>Virtual code editor</i> berbasis <i>cloud</i> dengan akselerator GPU untuk mengeksekusi kode Python dan melakukan <i>fine-tuning</i> model AI.
KPL-3	Google GenAI SDK	<i>Software Development Kit</i> pendukung untuk mengintegrasikan layanan teks (Gemini 2.5 Flash) dan manipulasi citra/ <i>Virtual Try-On</i> (Gemini 3.1 Flash Image) ke dalam sistem.

4.2 Perancangan Sistem

Setelah kebutuhan penelitian berhasil diidentifikasi, tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem secara komprehensif. Perancangan sistem ini dibagi menjadi dua aspek utama, yaitu perancangan model *Machine Learning* untuk pemrosesan citra dan perancangan arsitektur aplikasi (*web/mobile*).

4.2.1 Perancangan Model

Untuk memvisualisasi interaksi pengguna dengan sistem dan sebagai panduan dalam pengembangan sistem, dibuatlah use case seperti pada Gambar 4.3.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

A. Pengumpulan Data Citra Wajah

Pengumpulan data dalam penelitian ini memanfaatkan sumber open-source yang diperoleh dari *platform Kaggle*. Dataset yang digunakan merupakan gabungan dari dataset 300W-LP untuk menyempurnakan pemahaman model terhadap variasi pose wajah, serta *FaceShape* Dataset yang mencakup ribuan citra wajah manusia dengan klasifikasi 5 bentuk dasar: *Oval*, *Round*, *Square*, *Heart*, dan *Oblong*. Kombinasi data ini memberikan variasi sudut wajah (*pose*), tingkat pencahayaan, dan karakteristik rasial yang beragam, sehingga diharapkan dapat membantu model dalam mengekstrak fitur wajah secara tangguh di berbagai kondisi natural.

B. Pengumpulan Data Rekomendasi Gaya Rambut

Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar (*barberman*) tertera pada lampiran 1, diperoleh aturan pakem mengenai kecocokan potongan rambut dengan geometri wajah. Data tersebut kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk Tabel Keputusan (*Decision Table*) sebagai landasan *Knowledge Base* sistem, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Tabel Keputusan

No	Model Rambut	Bentuk Wajah yang Cocok
1	<i>Messy Crop</i>	<i>Heart</i>
2	<i>Texture Crop</i>	<i>Heart</i>
3	<i>Spike</i>	<i>Heart</i>
4	<i>Fringe Cut</i>	<i>Oblong</i>
5	<i>Layered Cut</i>	<i>Oblong</i>
6	<i>Two Block</i>	<i>Oblong, Square, Oval</i>
7	<i>Buzz Cut</i>	<i>Square, Oval</i>
8	<i>Crew Cut</i>	<i>Square</i>
9	<i>Short Fade</i>	<i>Square</i>
10	<i>Pompadour</i>	<i>Round</i>
11	<i>Quiff</i>	<i>Round</i>



Hak Cipta :

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

No	Model Rambut	Bentuk Wajah yang Cocok
12	<i>Fade</i>	<i>Round</i>
13	<i>Warrior Cut</i>	<i>Round</i>
14	<i>Curtain Hair</i>	<i>Oval</i>
15	<i>Comma Hair</i>	<i>Oval</i>
16	<i>Middle Part</i>	<i>Oval</i>
17	<i>Mullet</i>	<i>Oval</i>
18	<i>Side Swept</i>	<i>Oval</i>
19	<i>Bald Fade</i>	<i>Oval</i>
20	<i>French Crop</i>	<i>Oval</i>

Berdasarkan Tabel keputusan di atas, sistem rekomendasi dibangun menggunakan pendekatan *Rule-Based System*. Berikut adalah pendefinisian aturan produksi (*production rules*) yang digunakan untuk memetakan hasil klasifikasi model SVM menjadi rekomendasi gaya rambut:

1. Rule Untuk Model Rambut Messy Crop (M001)

If Bentuk Wajah (Heart)

Then Messy Crop

2. Rule Untuk Model Rambut Texture Crop (M002)

If Bentuk Wajah (Heart)

Then Texture Crop

3. Rule Untuk Model Rambut Spike (M003)

If Bentuk Wajah (Heart)

Then Spike

4. Rule Untuk Model Rambut Fringe Cut (M004)

If Bentuk Wajah (Oblong)

Then Fringe Cut

5. Rule Untuk Model Rambut Layered Cut (M005)

If Bentuk Wajah (Oblong)

Then Layered Cut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

6. Rule Untuk Model Rambut Two Block (M006)

If Bentuk Wajah (Oblong | Square | Oval)

Then Two Block

7. Rule Untuk Model Rambut Buzz Cut (M007)

If Bentuk Wajah (Square | Oval)

Then Buzz Cut

8. Rule Untuk Model Rambut Crew Cut (M008)

If Bentuk Wajah (Square)

Then Crew Cut

9. Rule Untuk Model Rambut Short Fade (M009)

If Bentuk Wajah (Square)

Then Short Fade

10. Rule Untuk Model Rambut Pompadour (M010)

If Bentuk Wajah (Round)

Then Pompadour

11. Rule Untuk Model Rambut Quiff (M011)

If Bentuk Wajah (Round)

Then Quiff

12. Rule Untuk Model Rambut Fade (M012)

If Bentuk Wajah (Round)

Then Fade

13. Rule Untuk Model Rambut Warrior Cut (M013)

If Bentuk Wajah (Round)

Then Warrior Cut

14. Rule Untuk Model Rambut Curtain Hair (M014)

If Bentuk Wajah (Oval)

Then Curtain Hair

15. Rule Untuk Model Rambut Comma Hair (M015)

If Bentuk Wajah (Oval)

Then Comma Hair



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

16. Rule Untuk Model Rambut Middle Part (M016)

If Bentuk Wajah (Oval)
Then Middle Part

17. Rule Untuk Model Rambut Mullet (M017)

If Bentuk Wajah (Oval)
Then Mullet

18. Rule Untuk Model Rambut Side Swept (M018)

If Bentuk Wajah (Oval)
Then Side Swept

19. Rule Untuk Model Rambut Bald Fade (M019)

If Bentuk Wajah (Oval)
Then Bald Fade

20. Rule Untuk Model Rambut French Crop (M020)

If Bentuk Wajah (Oval)
Then French Crop

Seluruh aturan pakar di atas kemudian diimplementasikan ke dalam logika percabangan algoritma pada layanan *backend*. Berikut adalah representasi *pseudocode* dari *knowledge base* tersebut.

START

```

IF bentuk_wajah == "Heart" THEN
    daftar_rekomendasi = ["Messy crop", "Texture crop", "Spike"]
ELSE IF bentuk_wajah == "Oblong" THEN
    daftar_rekomendasi = ["Fringe cut", "Layered cut", "Two block"]
ELSE IF bentuk_wajah == "Square" THEN
    daftar_rekomendasi = ["Buzz cut", "Crew cut", "Short fade", "Two block"]
ELSE IF bentuk_wajah == "Round" THEN
    daftar_rekomendasi = ["Pompadour", "Quiff", "Fade", "Warrior cut"]
ELSE IF bentuk_wajah == "Oval" THEN

```



Hak Cipta :

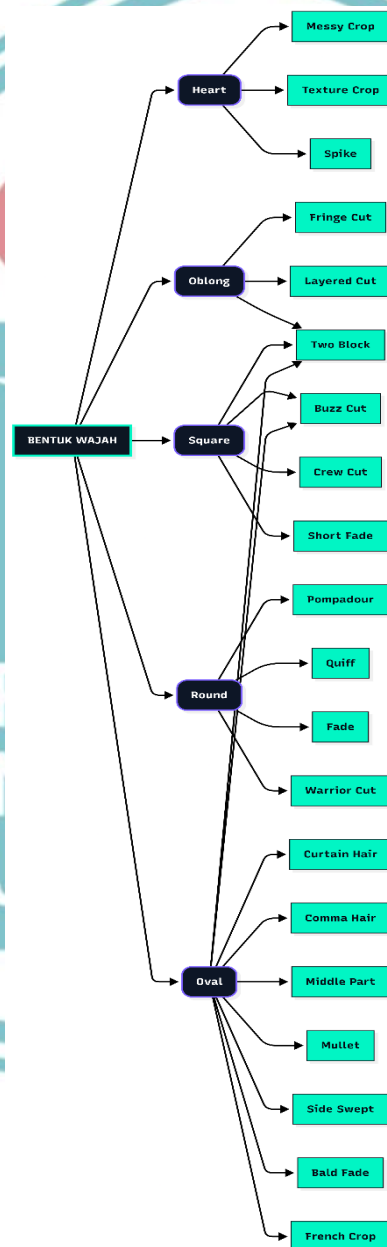
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
daftar_rekomendasi = ["Buzz cut", "Two block", "Curtain hair", "Comma hair", "Middle part", "Mullet", "Side swept", "Bald fade", "French crop"]
```

```
END IF
```

```
RETURN daftar_rekomendasi
```

```
END
```



Gambar 4. 1 Decision Tree Rekomendasi Gaya Rambut

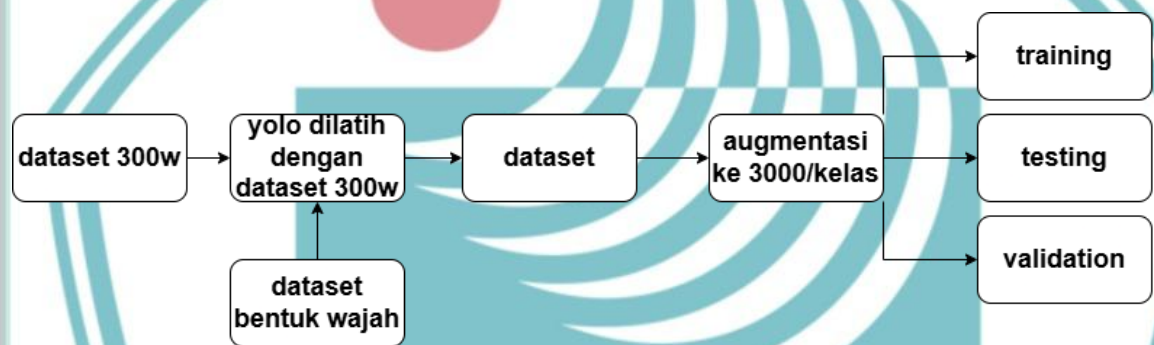


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

C. Ekstraksi Landmark Menggunakan YOLOv8-Pose

Sebelum citra wajah dapat diklasifikasikan, data mentah berupa gambar (piksel) harus melalui tahap ekstraksi menggunakan model *YOLOv8-Pose*. Berbeda dengan model deteksi objek standar yang hanya menghasilkan kotak pembatas (*bounding box*), *YOLOv8-Pose* difungsikan untuk memetakan anatomi struktural wajah menjadi 68 titik koordinat spasial (X, Y). Penggunaan model dengan pendekatan *Anchor-Free* ini bertujuan untuk memastikan titik-titik krusial seperti ujung rahang, pelipis, dan dagu dapat dilokalisasi dengan presisi tanpa terpengaruh oleh gangguan visual (*noise*) seperti kaca mata, tata rias, atau warna kulit.



Gambar 4.2 Alur Preprocessing Data untuk SVM

D. Pembentukan Fitur Geometris Wajah

Setelah 68 titik landmark wajah berhasil dideteksi, proses selanjutnya adalah mengonversi koordinat tersebut menjadi data tabular (numerik). Dari 68 titik yang terdeteksi, dipilih 10 titik kunci yang secara empiris terbukti memiliki posisi deteksi yang paling akurat dan konsisten, yaitu titik 2 dan 14 (area pipi/cheekbone), titik 4 dan 12 (area rahang), titik 8 (dagu), titik 17 dan 26 (ujung alis), titik 27 (pangkal hidung/nose bridge), serta titik 31 dan 35 (sisi lubang hidung/nostril). Pemilihan titik ini didasarkan pada hasil validasi visual dimana titik-titik pada ujung jawline (titik 0 dan 16) menghasilkan deteksi yang kurang akurat pada model YOLO yang di-fine-tune dari dataset sintesis 300W-LP.

Proses perhitungan jarak antar titik dilakukan menggunakan rumus Euclidean Distance yang terdapat pada Persamaan 9.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (9)$$

Berdasarkan perhitungan jarak tersebut, dibentuklah lima fitur rasio geometris yang diadaptasi dari penelitian Marinescu (2021). Kelima fitur tersebut bersifat scale-invariant (tidak bergantung pada ukuran gambar) karena merupakan perbandingan antar jarak. Berikut adalah definisi kelima fitur:

- a. *Face Aspect Ratio* (fAR) = lebar wajah (titik 2-14) / tinggi wajah parsial (titik 8-27). Fitur ini mengukur proporsi lebar terhadap tinggi wajah untuk membedakan wajah yang cenderung bulat (fAR tinggi) dengan wajah yang cenderung panjang (fAR rendah). Tinggi wajah diukur dari nose bridge ke chin yang merepresentasikan dua pertiga bagian bawah wajah, di mana secara anatomis wajah manusia terbagi menjadi tiga segmen vertikal dengan ukuran 1/3 yang proporsional, yaitu:
 1. Segmen sepertiga atas 1/3: Batas garis rambut hingga pangkal alis.
 2. Segmen sepertiga tengah 1/3: Pangkal alis hingga dasar hidung.
 3. Segmen sepertiga bawah 1/3: Dasar hidung hingga ujung dagu.
- b. R_{Top} = lebar atas (titik 17-26) / lebar tengah (titik 2-14). Fitur ini mengukur rasio lebar wajah bagian atas (area dahi/alis) terhadap bagian terlebar (cheekbone) untuk mengidentifikasi bentuk Heart yang memiliki dahi relatif lebih lebar.
- c. R_{Bot} = lebar bawah (titik 4-12) / lebar tengah (titik 2-14). Fitur ini mengukur rasio lebar rahang terhadap bagian terlebar untuk membedakan Square (R_{Bot} tinggi, rahang lebar) dengan Heart (R_{Bot} rendah, rahang sempit).
- d. R_{Diff} = R_{Top} - R_{Bot} . Fitur ini menangkap arah taper (penyempitan) wajah. Nilai positif menunjukkan wajah yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

menyempit ke bawah (Heart), sedangkan nilai negatif atau nol menunjukkan wajah dengan lebar yang merata atau melebar ke bawah (Square, Round).

- e. $\text{NoseRatio} = \text{lebar hidung (titik 31-35)} / \text{lebar wajah (titik 2-14)}$. Fitur ini mengukur proporsi lebar hidung terhadap lebar wajah sebagai indikator tambahan untuk membedakan proporsi bagian tengah wajah antar kelas.
- f. Seluruh hasil ekstraksi disimpan dalam format Comma Separated Values (CSV) untuk kemudian diproses pada tahap augmentasi dan pelatihan SVM.

E. Augmentasi dan Splitting Data untuk Pelatihan Model SVM

Pada tahap ini, dataset tabular yang dihasilkan oleh model YOLO yang telah dilatih akan melalui proses augmentasi guna mengatasi masalah ketidakseimbangan kelas (*class imbalance*). Target penambahan data ditetapkan sebanyak 3000 sampel untuk setiap kelasnya. Setelah proses augmentasi selesai, data tersebut kemudian dibagi ke dalam 9 skenario pembagian (yang mencakup data *training*, *validation*, dan *testing*) untuk mengevaluasi dan mencari model dengan kinerja terbaik.

F. Uji Kelayakan Dataset (Pembersihan Anomali)

Untuk memastikan kualitas dataset tabular yang akan dilatih, dilakukan uji kelayakan untuk menyaring data anomali (*outlier*). Anomali ini umumnya terjadi akibat kesalahan deteksi titik oleh YOLO pada foto yang diambil dari sudut ekstrem atau terpotong. Proses filtrasi dilakukan menggunakan metode statistik baku *Z-Score* untuk mengukur seberapa jauh penyimpangan suatu nilai rasio dari rata-rata populasinya. Secara matematis, *Z-Score* dihitung melalui Persamaan 10.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (10)$$

Dimana :

X : Nilai rasio geometri

μ : Nilai rata-rata dari fitur tersebut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

σ : Standar deviasi dari populasi

Data yang memiliki nilai $|Z| > 3$ akan dieliminasi dari dataset. Ambang batas skor Z sebesar 3 dipilih karena secara distribusi normal statistik, 99.7% data yang valid berada di dalam rentang tersebut. Mempertahankan nilai ekstrem di atas batas ini berisiko merusak kualitas batas keputusan (decision boundary) pada model klasifikasi. Dengan pembersihan ini, dataset yang digunakan terjamin konsistensinya dan siap mendukung model dalam menghasilkan klasifikasi yang akurat.

G. Pelatihan dan *Hyperparameter Tuning Model SVM*

Setelah dataset rasio dinyatakan bersih, tahap berikutnya adalah proses pelatihan model *Support Vector Machine* (SVM) yang dilakukan dalam dua fase. Fase pertama berfokus pada normalisasi skala data menggunakan *StandardScaler* dan inialisasi model dasar menggunakan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Kernel RBF dipilih karena kemampuannya dalam memetakan data dengan pola yang saling tumpang tindih (*overlapping*) ke dalam ruang dimensi yang lebih tinggi agar dapat dipisahkan.

Fase kedua merupakan proses *hyperparameter tuning* menggunakan *GridSearchCV* yang berfokus pada eksplorasi kombinasi nilai *Cost* (C) dan *parameter gamma* (Gamma). Secara matematis, pemetaan dimensi pada kernel RBF mengikuti persamaan umum pada Persamaan 11.

$$K = (x_i x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2) \quad (11)$$

Dimana :

x_i, x_j : Titik data vektor rasio wajah

γ : Parameter yang mengatur seberapa jauh pengaruh satu data latih terhadap pembentukan batas pemisah

4.2.2 Perancangan Aplikasi

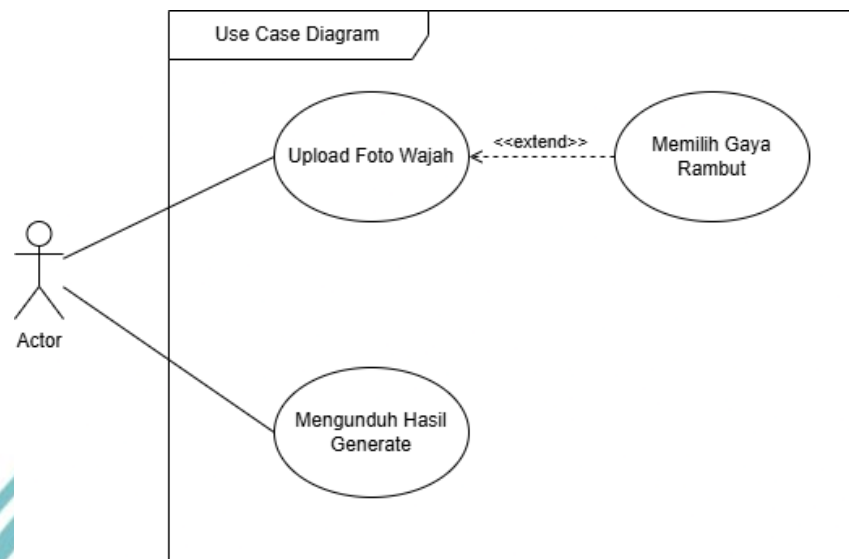
1. *Use Case Diagram*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan sebelumnya, berikut adalah use case diagram dari sistem aplikasi yang dibangun.



Gambar 4.3 Use Case Diagram

Gambar 4.3 merupakan *Use Case Diagram* yang menunjukkan bahwa aktor *User* (pengguna) berinteraksi dengan *AI Hairstyle Recommendation System* melalui tiga akses fungsi utama, yaitu mengunggah foto, memilih gaya rambut, dan mengunduh hasil.

Untuk mendapatkan rekomendasi, pengguna harus terlebih dahulu melakukan aksi *Upload Foto Wajah*. Aksi ini memicu serangkaian proses sistematis yang bersifat wajib (*mandatory*), yang ditunjukkan dengan relasi *<<include>>*. Sistem akan memproses gambar tersebut melalui tahap Analisis Bentuk Wajah (menggunakan ekstraksi model YOLO dan klasifikasi SVM), yang kemudian mewajibkan sistem untuk Menampilkan Bentuk Wajah hasil klasifikasi, dan diakhiri dengan Menampilkan Rekomendasi Gaya Rambut yang sesuai.

Setelah rekomendasi ditampilkan, pengguna dapat melakukan aksi kedua yaitu *Memilih Gaya Rambut* dari daftar yang disarankan. Aksi ini kembali memicu proses wajib (*<<include>>*) di mana sistem akan melakukan komputasi *Generate Foto Dengan Gaya Rambut (Virtual Try-On menggunakan Generative AI)*, untuk kemudian Menampilkan



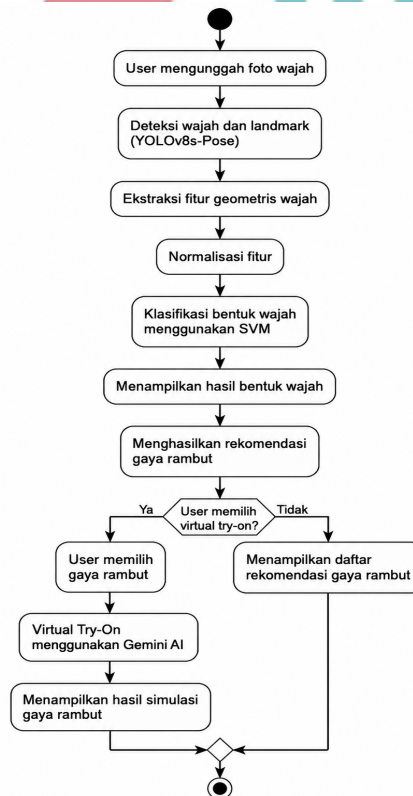
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hasil Generate berupa proyeksi gaya rambut baru pada wajah pengguna secara visual.

Selain itu, terdapat relasi <<extend>> pada diagram yang mengarah dari Download Hasil Generate menuju Menampilkan Hasil Generate. Relasi ini menunjukkan skenario tambahan di mana setelah hasil foto Virtual Try-On berhasil ditampilkan di layar, pengguna memiliki pilihan fungsional yang bersifat opsional (tidak wajib) untuk mengunduh dan menyimpan foto tersebut ke dalam penyimpanan perangkat mereka.

2. Flow Diagram



Gambar 4.4 Alur Sistem

Berdasarkan Gambar 4.4, sistem menerima input berupa foto wajah pengguna yang kemudian diproses melalui tujuh tahap secara berurutan. Pada tahap pertama, model YOLOv8s-Pose mendeteksi wajah dan mengekstraksi 68 titik facial landmark dalam satu forward pass. Pada tahap kedua, dari 68 titik tersebut dipilih 10 titik kunci (titik 2, 4, 8, 12, 14, 17, 26, 27, 31, 35) untuk menghitung



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

jarak Euclidean antar titik yang kemudian dibentuk menjadi 5 rasio geometris scale-invariant berdasarkan penelitian Marinescu (2021), yaitu Face Aspect Ratio (fAR), rasio lebar atas terhadap lebar tengah (RTop), rasio lebar bawah terhadap lebar tengah (RBot), selisih rasio atas-bawah (RDiff), dan rasio lebar hidung terhadap lebar wajah (NoseRatio). Pada tahap ketiga, fitur-fitur tersebut dinormalisasi menggunakan StandardScaler agar setiap fitur memiliki kontribusi yang setara dalam proses klasifikasi. Pada tahap keempat, model SVM dengan kernel RBF mengklasifikasikan fitur yang telah dinormalisasi ke dalam salah satu dari lima kelas bentuk wajah (Heart, Oblong, Oval, Round, atau Square) melalui mekanisme One-vs-One voting dan threshold adjustment untuk mengoreksi bias prediksi. Pada tahap kelima, label bentuk wajah yang dihasilkan dipetakan ke katalog gaya rambut yang sesuai disertai penjelasan dari Gemini AI. Pada tahap keenam, pengguna memilih salah satu gaya rambut yang direkomendasikan. Pada tahap ketujuh, Gemini Generative AI melakukan virtual try-on dengan menerapkan gaya rambut yang dipilih ke foto pengguna secara realistis sambil mempertahankan fitur wajah, warna kulit, dan background asli.

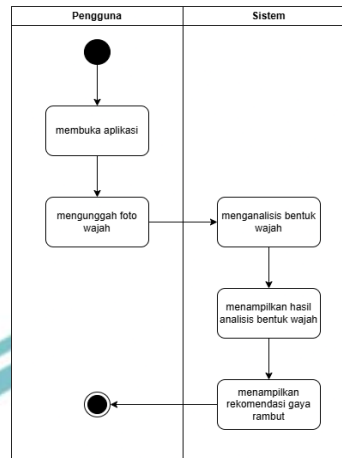
3. Activity Diagram

A. Activity Diagram Mengunggah Foto

Activity Diagram Mengunggah Foto seperti pada Gambar 4.5 mengilustrasikan alur awal interaksi pengguna. Proses dimulai ketika pengguna menekan tombol unggah, yang akan memicu sistem untuk meminta izin akses (permission) terhadap galeri atau kamera perangkat keras ponsel cerdas. Setelah pengguna memilih swafoto wajah, sistem di sisi frontend akan melakukan validasi format citra sebelum mengirimkannya ke backend untuk dianalisis.

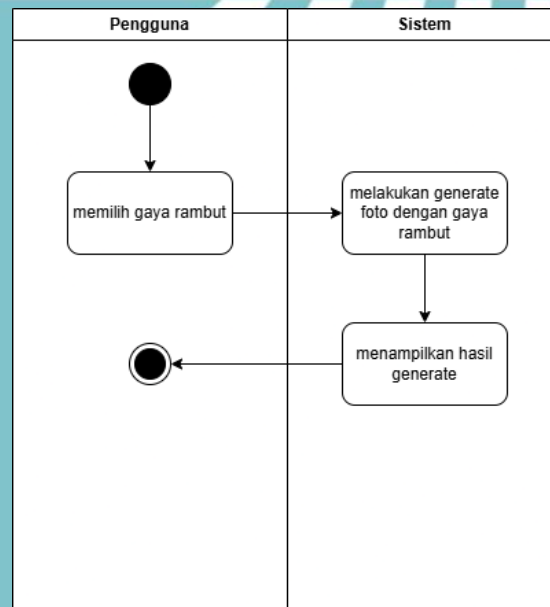
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 5 Activity Diagram Mengunggah Foto

B. Activity Diagram Memilih Gaya Rambut



Gambar 4. 5 Activity Diagram Memilih Gaya Rambut

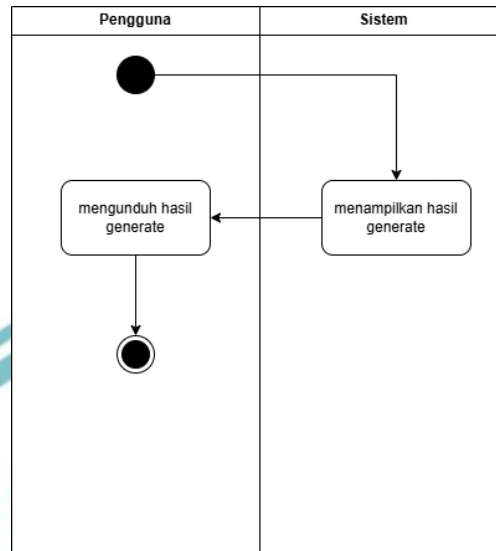
Setelah sistem berhasil mengklasifikasikan bentuk wajah (misalnya: Oval atau Square), berdasarkan Gambar 4.5, layar akan menampilkan daftar rekomendasi gaya rambut yang ditarik dari Knowledge Base. Diagram ini menunjukkan aktivitas pengguna saat menelusuri (scrolling) dan menekan salah satu kartu pilihan gaya rambut yang tersedia untuk diproses ke tahap berikutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

C. Activity Diagram Menampilkan Hasil Generate



Gambar 4.6 Activity Diagram Menampilkan Hasil Generate

Gambar 4.6 merupakan diagram yang menjabarkan proses komputasi tingkat lanjut setelah pengguna memilih gaya rambut. Sistem backend akan menerima pilihan tersebut, lalu memanggil layanan API Generative AI untuk melakukan image inpainting. Gambar asli pengguna diproyeksikan dengan gaya rambut baru secara fotorealistik, lalu dikembalikan ke antarmuka mobile untuk ditampilkan. Pengguna kemudian diberikan opsi tambahan untuk mengunduh hasil render tersebut ke memori lokal.

4.3 Implementasi Sistem

Rancangan sistem yang telah dirumuskan kemudian direalisasikan melalui tahap implementasi. Pada penelitian ini, proses tersebut dilaksanakan dalam dua bagian utama, yaitu pelatihan (training / fine-tuning) model Machine Learning dan pengembangan arsitektur aplikasi (web/mobile). Pemisahan ini dilakukan karena layanan backend (API) aplikasi hanya dapat berjalan optimal apabila model deteksi bentuk wajah telah selesai dilatih dan terbukti memiliki performa akurasi yang baik.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3.1 Implementasi Model

1. Pengumpulan dan Pre-processing Dataset *Landmark* (YOLOv8-Pose)

Sebelum melatih model deteksi titik wajah (*YOLOv8-Pose*), pengumpulan data dilakukan menggunakan dataset publik 300W-LP. Berdasarkan eksplorasi, ditemukan total sekitar 182.000 citra wajah manusia dengan berbagai variasi *pose* dan *gender*. Karena ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya untuk gaya rambut pria, dataset tersebut harus melalui proses *preprocessing* dan penyaringan (filtrasi) *gender*.

Proses filtrasi dilakukan secara otomatis menggunakan skrip *Python* yang diintegrasikan dengan pustaka *DeepFace*. Sistem membaca 182.000 citra mentah tersebut satu per satu dan membuang citra yang terdeteksi sebagai wanita atau citra yang rusak/gagal terdeteksi. Berdasarkan log komputasi, berhasil mengumpulkan 100.721 citra wajah pria. Sebanyak 100.721 citra wajah pria inilah yang kemudian dikonversi format anotasinya dari *.mat* ke *.txt* (format *YOLO*) untuk dijadikan data pelatihan utama. Data pelatihan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Contoh Dataset

Nama	Gambar
Heart	



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Nama	Gambar
Oblong	
Oval	
Round	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Nama	Gambar
Square	

2. Ekstraksi Fitur Geometris dan Tabular Augmentation (SVM)

Untuk melatih algoritma SVM, diperlukan data numerik (tabular) yang merepresentasikan 5 klasifikasi bentuk wajah. Data awal diekstrak dari citra wajah pria pada FaceShape Dataset menggunakan model YOLOv8-Pose yang telah dilatih sebelumnya. YOLO berhasil melokalisasi 68 titik koordinat dan menghitung jarak Euclidean-nya menjadi 5 fitur rasio geometris utama (f1 hingga f5) per citra wajah. Namun, jumlah data hasil ekstraksi awal sangat terbatas dan tidak seimbang (*imbalanced*), yaitu hanya terkumpul sebanyak 756 data.

Untuk mengatasi kekurangan data tersebut, dilakukan teknik Tabular Augmentation. Sistem menggandakan sampel setiap kelas hingga mencapai target proporsional 3.000 data per kelas (total 15.000 data). Proses penggandaan ini dilakukan dengan menyuntikkan variasi acak (*Gaussian Noise*) sebesar 2% pada nilai rasionya, sehingga data kloningan (sintetis). Kemudian data displiting ke dalam training, validation, dan testing.

3. Uji Kelayakan dan Pembersihan Data (*Outlier Removal*)

Setelah dataset tabular rasio wajah berhasil diaugmentasi menjadi 15.000 baris, data tersebut melalui tahap *pre-processing* lanjutan berupa



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

pembersihan anomali (*outlier*). Implementasi pembersihan dilakukan menggunakan metode statistik baku Z-Score dengan ambang batas absolut $|Z| < 3$.

Pada tahap ini, baris data sintetis yang memiliki nilai rasio ekstrem dan berpotensi merusak batas keputusan (*decision boundary*) model SVM dibuang dari populasi. Hasil akhir dari proses pembersihan Z-Score ini mengeliminasi 200 data anomali, sehingga menyisakan tepat 14519 baris data fitur geometris wajah yang valid dan konsisten secara distribusi matematis. Dataset bersih berkapasitas 14519 baris inilah yang kemudian dibagi ke dalam 9 skenario splitting untuk mendapatkan model terbaik dalam tahap modeling SVM.

4.3.2 Implementasi Aplikasi Mobile dan Backend

Setelah model terbaik didapatkan, selanjutnya mengintegrasikan model dengan aplikasi berbasis *mobile* yang terbagi menjadi dua yaitu, *backend* dengan *fast API* dan *frontend* dengan *React Native*.

A. Implementasi Backend (*FastAPI*) dan Integrasi AI

Layanan backend dikembangkan menggunakan *framework FastAPI (Python)* yang difungsikan sebagai *RESTful API (Application Programming Interface)*. *Backend* ini bertindak sebagai otak komputasi utama yang menerima *request* asinkron dari aplikasi *mobile*. Alur implementasi pada server berjalan melalui tahapan berikut.

1. Penerimaan Citra

Endpoint API menerima unggahan foto wajah pengguna beserta parameter pelengkapannya.

2. Inferensi Deteksi Wajah

Gambar diproses oleh model YOLOv8-Pose yang telah diekspor ke dalam format *.pt* untuk mengekstrak 68 titik *landmark*. Jika wajah terdeteksi valid, koordinat tersebut dikonversi menjadi 5 fitur rasio geometris wajah.

3. Klasifikasi Bentuk Wajah



Hak Cipta :

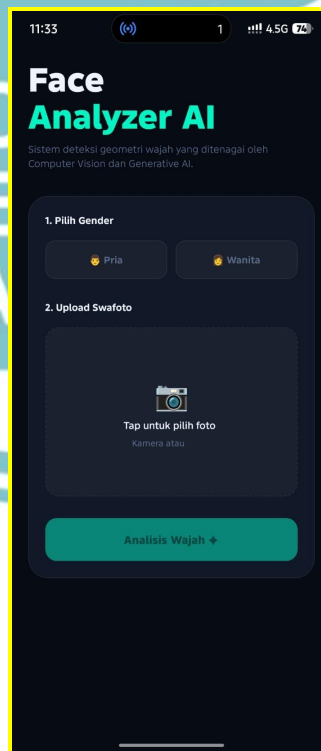
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Kelima rasio tersebut dinormalisasi menggunakan skema StandardScaler dan dimasukkan ke dalam model SVM (.pkl) untuk mendapatkan hasil prediksi bentuk wajah (misalnya: *Square* atau *Oval*).

4. Integrasi Generative AI

Hasil klasifikasi bentuk wajah tersebut kemudian diteruskan ke layanan Google GenAI SDK. Sistem memanfaatkan *Large Language Model* (LLM) Gemini untuk menyusun teks rekomendasi gaya rambut yang secara khusus diformulasikan untuk menyeimbangkan proporsi wajah pengguna. Pada saat yang bersamaan, layanan pemrosesan gambar dari *Generative AI* dipanggil untuk melakukan manipulasi citra (*image inpainting*) guna memproyeksikan gaya rambut baru pada foto asli pengguna.

B. Implementasi Antarmuka Mobile (*React Native*)

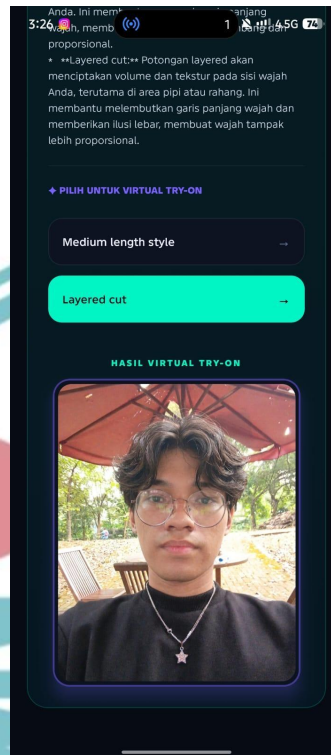


Gambar 4. 7 Implementasi Antarmuka Aplikasi Mobile



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 8 Implementasi Antarmuka Aplikasi *Mobile*

Seperti pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8, halaman implementasi hasil analisis, hierarki informasi disusun secara terstruktur. Untuk memastikan kenyamanan membaca (keterbacaan teks) pada ukuran layar *smartphone* yang terbatas, elemen antarmuka dirancang dengan tata letak vertikal yang lugas. Setiap detail rekomendasi gaya rambut yang dihasilkan oleh *Gemini AI* ditampilkan menggunakan struktur satu kartu per baris (*single-column card layout*). Pendekatan satu baris satu penjelasan ini diterapkan untuk mencegah penumpukan informasi (*kognitif overload*), sehingga pengguna dapat memahami alasan mengapa suatu gaya rambut cocok dengan struktur rahang atau dahi mereka secara lebih fokus dan jelas. Pada bagian akhir kartu rekomendasi, sistem menampilkan luaran visual dari foto *Virtual Try-On* yang siap diunduh oleh pengguna.

4.4 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian sistem dilakukan setelah seluruh proses pengembangan arsitektur model Kecerdasan Buatan (YOLO dan SVM) serta antarmuka aplikasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

mobile selesai diintegrasikan. Pengujian ini dilaksanakan secara komprehensif untuk mengevaluasi kualitas model AI, fungsionalitas aplikasi, dan tingkat penerimaan pengguna. Tujuan utama dari tahapan ini adalah untuk memvalidasi kelayakan sistem sebelum diimplementasikan kepada pengguna akhir (*end-user*).

4.4.1 Pengujian Evaluasi dan Model

A. Hasil Pengujian Model Ekstraksi *Landmark* (YOLOv8)

Pemantauan metrik evaluasi pada model *YOLOv8-Pose* dilakukan pada beberapa titik *epoch* utama untuk mengamati tren pembelajaran model.

Tabel 10 Hasil Evaluasi Model YOLO

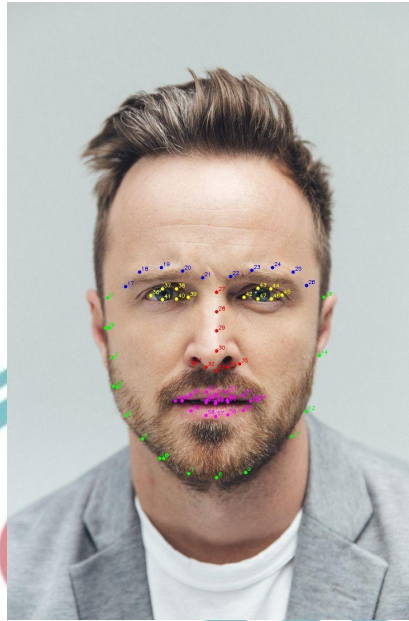
epoch	metrics/mAP50(P)	metrics/mAP50 -95(P)	val/box_loss
5	1,242	2,439	40,374
10	25,398	6,246	32,752
20	35,466	10,063	29,416
50	59,109	19,915	2,394
75	70,184	21,007	27,468

Tabel 10 menunjukkan tren pembelajaran yang sangat positif. Metrik presisi (mAP50) meningkat tajam dari 1,24% di *epoch* awal hingga mencapai 70,18% pada *epoch* ke-75. Tingkat kerugian kotak pembatas (*val/box_loss*) juga berhasil ditekan secara signifikan hingga mencapai titik terendahnya di 2,394 pada iterasi ke-50. Hal ini mengonfirmasi bahwa arsitektur YOLOv8-Pose telah berhasil melokalisasi koordinat wajah dengan baik sebelum fitur rasio wajah diekstrak. Hasil landmark YOLO dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 fitur landmark yang dipakai untuk SVM dalam mengklasifikasikan bentuk wajah.

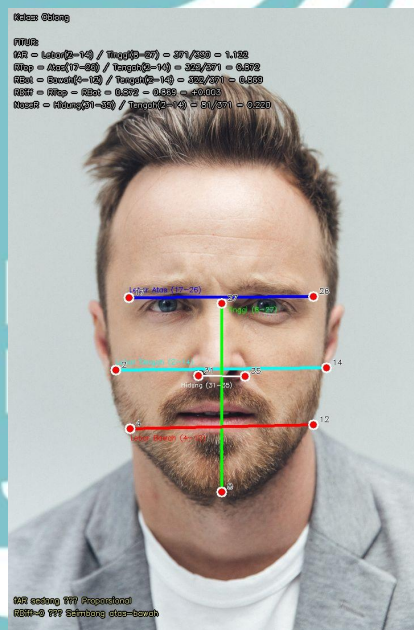


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.9 Hasil Landmark YOLO



Gambar 4.10 Fitur Landmark yang dipakai untuk SVM

B. Pengujian Skenario Pencarian Parameter SVM

Sebelum melakukan klasifikasi final, algoritma diuji menggunakan teknik *Grid Search Cross-Validation* (GridSearchCV). Proses ini menguji puluhan kombinasi skenario untuk mencari batasan keputusan (*margin*) yang paling optimal bagi data rasio geometris wajah. Berdasarkan hasil



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

iterasi mesin, ditemukan bahwa konfigurasi *hyperparameter* terbaik untuk dataset ini adalah:

- Nilai Kompleksitas (C) : 100
- Gamma : scale
- Fungsi Kernel : RBF (Radial Basis Function)

Penggunaan kernel RBF sebagai parameter terbaik membuktikan bahwa persebaran distribusi data bentuk wajah tidak bersifat linier, sehingga membutuhkan transformasi ke dimensi yang lebih tinggi untuk dapat dipisahkan secara optimal.

C. Hasil Pengujian Klasifikasi Bentuk Wajah (SVM)

Pengujian model SVM dilakukan menggunakan 9 skenario pembagian data (training/validation/testing) yang dijabarkan seperti pada Tabel 11 untuk menentukan rasio split yang menghasilkan performa terbaik. Seluruh skenario menggunakan parameter yang sama yaitu C=100, gamma=scale, kernel RBF, dan class_weight='balanced'.

Tabel 11 Hasil Pelatihan SVM

Skenario (Train / Val / Test)	Akurasi Latih (Train)	Akurasi Validasi (Val)	Akurasi Uji (Test)	Skor Cohen's Kappa	Keterangan
70% / 15% / 15%	80,75%	71,20%	71,70%	0,6463	-
70% / 10% / 20%	80,80%	70,92%	72,81%	0,6601	-
70% / 5% / 25%	80,76%	72,31%	74,66%	0,6832	Model Terbaik



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Skenario (Train / Val / Test)	Akurasi Latih (Train)	Akurasi Validasi (Val)	Akurasi Uji (Test)	Skor Cohen's Kappa	Keterangan
70% / 20% / 10%	81,38%	72,40%	72,78%	0,6596	-
70% / 25% / 5%	81,02%	72,73%	71,90%	0,6487	-
80% / 10% / 10%	80,70%	72,50%	73,47%	0,6683	-
80% / 5% / 15%	80,52%	73,14%	73,22%	0,6652	-
80% / 15% / 5%	80,64%	73,82%	72,73%	0,6590	-
90% / 5% / 5%	80,53%	74,52%	73,83%	0,6728	-

Dari hasil pengujian, skenario dengan rasio 70% training / 5% validation / 25% testing menghasilkan performa terbaik dengan akurasi uji sebesar 74,66% dan Cohen's Kappa 0,6832 yang termasuk dalam kategori substantial agreement. Skenario ini menunjukkan bahwa alokasi data training sebesar 70% sudah cukup untuk model mempelajari pola geometris bentuk wajah, sementara porsi testing 25% yang lebih besar memberikan evaluasi yang lebih representatif dan reliable.

Gap antara akurasi training (80,76%) dan akurasi testing (74,66%) adalah 6,10%, yang menunjukkan model mengalami sedikit overfitting tetapi masih dalam batas wajar yang aman dan mampu melakukan generalisasi dengan baik pada data yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

belum pernah dilihat sebelumnya. Konsistensi akurasi testing di seluruh 9 skenario (71,70%–74,66%) juga mengindikasikan stabilitas model terhadap variasi pembagian data seperti dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Pengujian SVM

Bentuk Wajah / Metrik	Precision	Recall	F1-Score	Jumlah Data (Support)
Heart	0,782	81,5%	0,798	740
Oblong	0,764	83,4%	0,797	734
Oval	0,798	75,0%	0,773	696
Round	0,796	75,4%	0,774	731
Square	0,592	57,9%	0,585	726
Overall Accuracy	-	74,66%	-	3627
Cohen's Kappa	-	0,6832	-	-

Evaluasi per kelas pada skenario terbaik (70/5/25) menunjukkan performa yang bervariasi antar bentuk wajah. Kelas Oblong memiliki recall tertinggi sebesar 83,4% yang menunjukkan model sangat mampu mengenali karakteristik wajah Oblong yaitu wajah yang panjang dan proporsional. Kelas Heart juga menunjukkan performa yang baik dengan recall 81,5% dan F1-Score 0,798. Kelas Oval memiliki precision tertinggi sebesar 0,798 yang artinya ketika model memprediksi Oval, kemungkinan besar prediksinya benar, meskipun recall-nya lebih rendah (75,0%) karena sebagian data Oval terklasifikasi ke kelas lain. Kelas Round menunjukkan performa yang seimbang dengan precision 0,796 dan recall 75,4%. Sementara itu, kelas Square memiliki performa terendah dengan precision



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

0,592 dan recall 57,9% yang disebabkan oleh inter-class similarity yang tinggi antara Square dan Round — keduanya memiliki karakteristik geometris yang mirip yaitu wajah pendek dan lebar dengan rahang yang tebal sehingga model kesulitan membedakan keduanya. Secara keseluruhan, model menghasilkan overall accuracy sebesar 74,66% dengan Cohen's Kappa 0,6832 seperti dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Sebaran Klasifikasi SVM

Kelas Asli	Heart	Oblong	Oval	Round	Square
Heart	603	27	41	8	61
Oblong	29	612	34	3	56
Oval	49	77	522	9	39
Round	22	14	11	551	133
Square	68	71	46	121	420

Confusion matrix menunjukkan distribusi prediksi model terhadap setiap kelas bentuk wajah. Kelas Heart berhasil diklasifikasikan dengan benar sebanyak 603 dari 740 data (81,5%) dengan kesalahan terbanyak ke kelas Square sebanyak 61 data dan Oval sebanyak 41 data. Kelas Oblong memiliki akurasi tertinggi dengan 612 dari 734 data terklasifikasi benar (83,4%) dan kesalahan yang relatif merata ke beberapa kelas lain. Kelas Oval terklasifikasi benar sebanyak 522 dari 696 data (75,0%) dengan kesalahan terbanyak ke Oblong sebanyak 77 data, yang menunjukkan kemiripan geometris antara keduanya karena sama-sama memiliki bentuk wajah yang cenderung panjang. Kelas Round terklasifikasi benar sebanyak 551 dari 731 data (75,4%) dengan kesalahan dominan ke Square sebanyak 133 data. Kelas Square merupakan yang tersulit dengan hanya 420 dari 726 data terklasifikasi benar (57,9%) dan kesalahan terbanyak ke Round sebanyak 121 data serta Oblong sebanyak 71 data seperti dilihat pada Tabel 14.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 14 Hasil Testing Dataset Publik Independen

Kelas / Metrik	Precision	Recall	F1-Score	Support
Oval	0,934	0,780	0,850	109
Round	0,476	0,667	0,556	60
Square	0,674	0,633	0,653	98
accuracy			0,700	267
macro avg	0,695	0,693	0,686	267
weighted avg	0,736	0,700	0,711	267

Selain evaluasi pada data split hasil augmentasi, dilakukan pula pengujian model menggunakan dataset publik independen yang belum pernah dilihat oleh model selama proses pelatihan dan tidak melalui proses augmentasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan generalisasi model pada data yang benar-benar baru dan memiliki variasi yang lebih luas dibandingkan data augmentasi. Dataset pengujian terdiri dari 267 citra wajah yang berhasil terdeteksi landmarknya oleh model YOLO, mencakup tiga kelas bentuk wajah yaitu Oval (109 data), Round (60 data), dan Square (98 data).

Hasil pengujian menunjukkan akurasi keseluruhan sebesar 70,0% dengan weighted average F1-Score 0,711. Kelas Oval memiliki performa terbaik dengan precision 0,934 dan recall 0,780 (F1-Score 0,850), yang menunjukkan bahwa ketika model memprediksi Oval, 93,4% prediksinya benar, dan dari seluruh data Oval yang ada, 78,0% berhasil dikenali dengan tepat. Kelas Square menunjukkan performa yang seimbang dengan precision 0,674 dan recall 0,633 (F1-Score 0,653). Sementara itu, kelas Round memiliki precision terendah sebesar 0,476 namun recall yang cukup baik (0,667), yang mengindikasikan model cenderung over-predict kelas Round sehingga banyak data dari kelas lain yang salah diklasifikasikan sebagai Round.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Pengujian Fungsionalitas Sistem (*Black Box Testing*)

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dan antarmuka pada aplikasi FaceAnalyzer AI berjalan dengan semestinya sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah dirancang. Pengujian ini berfokus pada masukan (*input*) dari pengguna dan keluaran (*output*) dari sistem, tanpa perlu meninjau struktur kode internal. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Equivalence Partitioning*, yaitu menguji fungsionalitas dengan memasukkan data yang valid (sesuai aturan) maupun tidak valid (di luar aturan) untuk melihat respons penanganan galat (*error handling*) dari sistem.

Tabel 15 Hasil Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan (Expected Output)	Hasil Pengujian (Actual Output)	Kesimpulan
1	Menguji fitur pemilihan sumber foto	Pengguna menekan area <i>placeholder</i> foto	Sistem memunculkan <i>pop-up dialog</i> opsi "Kamera" atau "Galeri"	Sistem berhasil menampilkan <i>pop-up</i> dan membuka akses perangkat	Valid
2	Menguji validasi <i>form</i> sebelum analisis (Kondisi Kosong)	Pengguna belum mengunggah foto sama sekali	Tombol "Analisis Wajah" dinonaktifkan (<i>disabled</i>) agar tidak memicu galat pada <i>backend</i>	Tombol tidak dapat diklik hingga foto berhasil terunggah	Valid
3	Menguji fungsionalitas utama analisis wajah	Pengguna mengunggah foto wajah yang jelas dengan	Sistem memproses data ke API dan menampilkan hasil Bentuk	Sistem berhasil mengekstraksi dan menampilkan <i>output</i> klasifikasi	Valid

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan (Expected Output)	Hasil Pengujian (Actual Output)	Kesimpulan
	(Kondisi Ideal)	pencahaya n baik	Wajah, Penjelasan AI, dan pilihan gaya rambut		
4	Menguji penanganan galat (<i>error handling</i>) deteksi objek	Pengguna mengunggah foto non-wajah (misal: foto pemandangan)	Sistem menolak proses klasifikasi dan memunculkan peringatan "Wajah tidak terdeteksi"	Sistem menampilkan <i>Alert</i> peringatan dan proses dihentikan dengan aman	Valid
5	Menguji eksekusi <i>Virtual Try-On</i>	Pengguna menekan salah satu <i>card</i> rekomendasi gaya rambut	Sistem memunculkan <i>loading</i> , lalu menampilkan gambar manipulasi AI di bawah layar	Sistem <i>me-render</i> hasil potong rambut presisi dari API Gemini Image	Valid

Berdasarkan Tabel 15, seluruh skenario pengujian fungsionalitas menunjukkan status Valid. Hal ini membuktikan integrasi antara antarmuka aplikasi (*React Native*) dengan server pemrosesan AI (*FastAPI*) telah berjalan harmonis tanpa *force close* atau *crash*.

4.4.3 Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Evaluasi *usability* menggunakan metode SUS dieksekusi dengan mengonversi nilai metrik kuesioner dari setiap responden ke dalam formula standar. Skor untuk pernyataan positif (ganjil) dihitung dengan mengurangi total nilainya dengan 5, sedangkan skor untuk pernyataan negatif (genap) diperoleh dengan mengurangi 25 dengan total nilainya. Skor akhir pengujian ditetapkan dengan menjumlahkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

hasil dari kelompok ganjil dan genap, yang kemudian dikalikan dengan bobot 2,5. Rincian Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil *System Usability Scale* (SUS)

Responden	Nilai SUS Ganjil	Nilai SUS Genap	Total Nilai	Skor SUS (Total × 2,5)
R-1	14	16	30	75,0
R-2	19	20	39	97,5
R-3	18	17	35	87,5
R-4	15	18	33	82,5
R-5	17	17	34	85,0
R-6	20	20	40	100,0
R-7	19	20	39	97,5
R-8	16	15	31	77,5
Rata-Rata				87,81

Skor rata-rata SUS sebesar 87,81 menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat usability yang sangat tinggi (masuk dalam kategori Excellent/Acceptable), sehingga sangat mudah dioperasikan oleh pengguna.

4.4.4 Data Hasil Pengujian *Net Promoter Score* (NPS)

Pengujian NPS dilakukan kepada responden yang sama dengan meminta penilaian tingkat kemungkinan merekomendasikan aplikasi menggunakan skala 0 hingga 10. Responden dikategorikan menjadi *Promoters* (9–10), *Passives* (7–8), dan *Detractors* (0–6).

Tabel 17 Rekapitulasi Data Penilaian NPS

Responden	Skor (0–10)	Kategori
R-1	8	<i>Passive</i>
R-2	8	<i>Passive</i>
R-3	9	<i>Promoter</i>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Responden	Skor (0–10)	Kategori
R-4	9	<i>Promoter</i>
R-5	10	<i>Promoter</i>
R-6	9	<i>Promoter</i>
R-7	8	<i>Passive</i>
R-8	9	<i>Promoter</i>

Berdasarkan Tabel 17, diperoleh 5 responden kategori Promoters (62,5%), 3 responden kategori Passives (37,5%), dan tidak ada Detractors (0%). Dominasi kategori Promoters ini membuktikan bahwa aplikasi memberikan pengalaman memuaskan sehingga pengguna bersedia merekomendasikannya kepada orang lain.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem aplikasi mobile rekomendasi gaya rambut pria menggunakan model YOLOv8s-Pose untuk ekstraksi 68 titik facial landmark dan algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan kernel RBF untuk klasifikasi bentuk wajah ke dalam lima kelas (Heart, Oblong, Oval, Round, dan Square), serta integrasi Generative AI (Gemini) untuk visualisasi Virtual Try-On. Berdasarkan serangkaian eksperimen dan optimasi yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

Model klasifikasi SVM dengan parameter $C=100$, $\gamma=\text{scale}$, kernel RBF, dan $\text{class_weight}=\text{'balanced'}$ yang dilatih menggunakan lima fitur rasio geometris wajah (fAR, RTop, RBot, RDiff, NoseRatio) berdasarkan adaptasi dari penelitian Marinescu (2021) menghasilkan akurasi terbaik sebesar 74,66% pada skenario split 70/5/25 dengan Cohen's Kappa Score 0,6832 (substantial agreement). Pengujian pada dataset publik independen yang tidak melalui augmentasi menghasilkan akurasi 70,0% dengan weighted F1-Score 0,711, yang mengonfirmasi kemampuan generalisasi model pada data baru.

Dari sisi fungsionalitas, pengujian Black Box menunjukkan hasil 100% valid, evaluasi SUS memperoleh skor 87,81 (Excellent), dan NPS menunjukkan 62,5% pengguna pada kategori Promoters, yang menegaskan bahwa sistem berjalan dengan baik dan memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, penelitian di masa depan disarankan untuk memperluas fungsionalitas aplikasi agar tidak hanya terbatas pada pengguna pria. Pengembangan dapat difokuskan pada penambahan fitur deteksi bentuk wajah dan rekomendasi gaya rambut untuk pengguna wanita. Implementasi ini akan membutuhkan penyesuaian pada tahap prapemrosesan data, yaitu dengan melatih model ekstraksi landmark *YOLOv8-Pose* dan model klasifikasi SVM menggunakan dataset khusus wajah wanita. Selain itu,



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

diperlukan pembaruan pada *knowledge base* sistem untuk memuat katalog referensi gaya rambut wanita secara spesifik, sehingga aplikasi *Virtual Try-On* dapat mencakup target demografi pengguna yang lebih luas dan komprehensif.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Aditia Ramadhani *et al.* (2025) “CHATBOT OTOMATIS DENGAN N8N DAN AI UNTUK ANALISIS DATA DAN PELAPORAN HASIL,” *Jurnal Riset Teknik Komputer*, 2(2), pp. 18–23. Available at: <https://doi.org/10.69714/x1p94182>.
- Bramanditya, Y. and Handoko, W.T. (2025) “Pengembangan Chatbot WhatsApp Menggunakan Otomatisasi AI untuk Meningkatkan Layanan Informasi Pemerintahan,” *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 14(2), p. 1195. Available at: <https://doi.org/10.35889/jutisi.v14i2.2945>.
- “cnn dan mediapipe (1)” (no date).
- Dhiya 'ulhaq, A., Kadek, I. and Nuryana, D. (2025) “Sistem Rekomendasi Gaya Rambut Personal Berdasarkan Analisis Wajah dan Rambut,” *Journal of Informatics and Computer Science*, 07.
- Ferdiana Sari, E. (2021) *PENERAPAN GITHUB SEBAGAI MEDIA E-LEARNING UNTUK MENGETAHUI KEEFEKTIFAN KOLABORASI PROJECT PADA MATA PELAJARAN PEMROGRAMAN WEB DAN PERANGKAT BERGERAK DI SMK NEGERI 2 SURABAYA*.
- Hasyim Nur'azizan, A., Riqza Ardiansyah, A. and Fernandis, R. (no date) *Implementasi Deteksi Bahasa Isyarat Tangan Menggunakan OpenCV dan MediaPipe*.
- He, Z. *et al.* (2024) “Comprehensive Performance Evaluation of YOLOv11, YOLOv10, YOLOv9, YOLOv8 and YOLOv5 on Object Detection of Power Equipment.” Available at: <http://arxiv.org/abs/2411.18871>.
- Maghfiroh, A. *et al.* (2025) “PENGARUH MEDIA SOSIAL TERHADAP PEMILIHAN PANGKAS RAMBUT DESAIN SESUAI DENGAN BENTUK WAJAH,” *JURNAL MULTIDISIPLIN ILMU AKADEMIK*, 2(3), pp. 11–20. Available at: <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i3.4448>.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Mahardika Yoshi Putra (2024) “Rancang Bangun Deteksi Bentuk Wajah Untuk Menentukan Gaya Rambut Menggunakan Algoritma CNN,” *Repeater : Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, 2(3), pp. 206–212. Available at: <https://doi.org/10.62951/repeater.v2i3.139>.

Marinescu, A.-I. (2021) “Automatic Face Shape Classification Via Facial Landmark Measurements,” *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Informatica*, 66(2), p. 69. Available at: <https://doi.org/10.24193/subbi.2021.2.05>.

Nugraha Delta Revanza, M., Abdurrachman Bachtiar, F. and Darma Setiawan, B. (2025) “KLASIFIKASI EMOSI PADA RAUT WAJAH PELAJAR MENGGUNAKAN EKSTRAKTOR FITUR FACE MESH DAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE,” 12(4), pp. 2355–7699.

Widodo, Y.B., Sibuea, S. and Rivaldi, A. (2023) “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar untuk Pemilihan Model Gaya Rambut Pria Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 9(1), pp. 558–573. Available at: <https://doi.org/10.37012/jtik.v9i1.1622>.

Zawaruddin Abdullah, M. *et al.* (2020) “Rancang Bangun Sistem Informasi Akuntansi Berbasis Website menggunakan Framework Laravel (Studi kasus pada UKM Batik dan Bordir Desa Pakisaji Kabupaten Malang),” *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 18(1), pp. 49–56.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Lahir di Jakarta, 09 November 2003. Lulus dari SD Negeri 07 Ragunan pada tahun 2016, SMP Negeri 107 Jakarta pada tahun 2019, dan SMA Negeri 60 Jakarta pada tahun 2022. Kemudian menempuh Pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika dan Komputer di Politeknik Negeri Jakarta dari tahun 2022 hingga tahun 2026.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tanggal Wawancara : 22 Juni 2026

Nama Narasumber : Dandi

Lokasi : Tangerang Selatan

Tujuan : Memperoleh data rekomendasi gaya rambut yang sesuai untuk setiap bentuk wajah pria sebagai knowledge base sistem rekomendasi.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Pertanyaan Wawancara
1	Apa saja rekomendasi model rambut pria yang paling cocok untuk bentuk wajah <i>Heart</i> (hati)?
2	Apa saja rekomendasi model rambut pria yang paling cocok untuk bentuk wajah <i>Oblong</i> (lonjong)?
3	Apa saja rekomendasi model rambut pria yang paling cocok untuk bentuk wajah <i>Square</i> (kotak/persegi)?
4	Apa saja rekomendasi model rambut pria yang paling cocok untuk bentuk wajah <i>Round</i> (bulat)?
5	Apa saja rekomendasi model rambut pria yang paling cocok untuk bentuk wajah <i>Oval</i> ?