

BACKEND SERVICE UNTUK OTOMATISASI VALIDASI FORMAT PAS FOTO DENGAN PENGOLAHAN CITRA MENGGUNAKAN *LIBRARY* OPENCV**Dharmiko Bodhi Avatara¹, Yus Sholva², Rudy Dwi Nyoto³**

#Program Studi Informatika, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

¹d1041211018@student.untan.ac.id ²sholvariza@untan.ac.id³rudydn@informatika.untan.ac.id**Abstrak**

Validasi pas foto secara manual pada dokumen formal sering kali terkendala oleh volume data yang tinggi dan risiko ketidakkonsistenan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk membangun *backend service* yang mampu melakukan otomatisasi validasi format pas foto. Metodologi penelitian yang digunakan merujuk pada *Software Development Life Cycle (SDLC)* dengan pendekatan *Agile* yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan *deployment*. Pada sisi *backend* sebagai inti sistem, fungsionalitas dibangun menggunakan *framework* FastAPI yang mengintegrasikan pengolahan citra digital melalui *library* OpenCV. *Core* dari *backend* ini menjalankan serangkaian prosedur validasi otomatis yang mencakup deteksi wajah menggunakan algoritma *Haar Cascade Classifier*, ekstraksi warna latar belakang pada ruang warna HSV, *cosine similarity* pada histogram pakaian, serta analisis pose melalui kombinasi pendeteksian kontur dan metode *centroid*. Untuk menggunakan sistem validasi foto ini, dikembangkan layanan RESTful API yang terbagi menjadi dua fungsi utama yaitu, API internal untuk melayani kebutuhan *frontend* sistem, serta API publik yang bertujuan untuk memberikan layanan kepada pihak lain. Dengan adanya API ini, pengguna dapat mengakses layanan validasi dengan mudah hanya melalui *request* ke alamat URL *backend*. Hasil utama penelitian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat reliabilitas yang baik dengan keberhasilan di atas 90% pada skenario normal dan waktu pemrosesan rata-rata 2 hingga 5 detik per citra. Meskipun masih memiliki keterbatasan pada rotasi citra yang ekstrem dan kurang konsisten pada posisi wajah yang terlalu ekstrem (terlalu tinggi atau rendah), sistem dapat mendeteksi variasi warna latar dan pergeseran posisi objek. Dapat disimpulkan bahwa implementasi pengolahan citra pada layanan *backend* ini berhasil mengotomatisasi proses verifikasi pas foto sesuai standar yang telah ditentukan.

Sejarah Artikel*Submitted: 14 Mei 2026**Accepted: 17 Mei 2026**Published: 18 Mei 2026***Kata Kunci**

Pengolahan citra, Validasi Pas Foto, OpenCV, API

I. PENDAHULUAN

Pas foto merupakan elemen penting dalam dokumen formal yang digunakan untuk mengidentifikasi individu dalam berbagai proses administrasi di Indonesia, seperti pendaftaran pendidikan, pembuatan KTP, paspor, hingga seleksi kerja. Ketidaksesuaian pas foto dengan standar yang telah ditetapkan dapat menyebabkan dokumen ditolak, menghambat proses verifikasi, atau bahkan mengharuskan pengulangan seluruh proses administrasi. Oleh karena itu, menjadi langkah krusial untuk memastikan bahwa foto yang digunakan telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Namun, dalam pelaksanaannya, proses validasi pas foto sering kali menghadapi berbagai kendala. Salah satu tantangan utama adalah tingginya jumlah pas foto yang harus diperiksa dalam waktu yang terbatas. Kondisi ini meningkatkan beban kerja dan menyulitkan proses pengecekan agar dapat dilakukan secara teliti dan konsisten. Akibatnya, proses administrasi menjadi kurang efisien dan berisiko mengalami keterlambatan atau kesalahan. Oleh karena itu, pengolahan citra digital menjadi metode yang relevan dalam permasalahan ini.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengolahan citra digital juga mengalami peningkatan yang signifikan, baik pada peningkatan performa dalam pemrosesan maupun kecepatan. Adapun OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) yang menyediakan

ribuan fungsi dan algoritma pengolahan citra dengan performa tinggi yang memungkinkan ekstraksi fitur visual secara akurat dan efisien [1].

Pada penelitian yang berjudul “Aplikasi *Automatic Cropping* Pas Foto” menggunakan teknik pengolahan citra dengan pendekatan pendeteksian tepi dan segmentasi warna berbasis histogram untuk melakukan *cropping* pada area wajah [2].

Meskipun demikian, membangun sistem validasi pas foto berbasis pengolahan citra memerlukan banyak sumber daya. Sebagai solusi, API dapat memfasilitasi integrasi berbagai fungsi tanpa perlu membangun dan memelihara infrastruktur secara mandiri [3].

Fokus penelitian ini adalah menghasilkan sistem *backend* yang mampu memeriksa dan menilai kesesuaian visual pas foto secara otomatis berdasarkan referensi yang diunggah oleh pengguna berbasis pengolahan citra, serta mengembangkan API yang dapat diakses oleh pengguna untuk melakukan validasi pas foto.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pas Foto

Pas foto merupakan potret diri yang menampilkan proyeksi tubuh dari bagian kepala hingga dada dengan posisi tegak dan pandangan mata lurus ke depan, serta penggunaan latar belakang polos yang memenuhi standar dari instansi terkait [4]. Di Indonesia, pas foto secara umum dikategori ke dalam tiga dimensi standar, yakni ukuran 2x3, 3x4, dan 4x6, di mana angka-angka tersebut merujuk pada rasio perbandingan antara lebar (*width*) dan tinggi (*height*) gambar. Selain aspek ukuran, standarisasi warna latar belakang juga menjadi elemen krusial dalam dokumen, warna merah dan biru lazim digunakan untuk dokumen forman kenegaraan, sementara warna putih diterapkan dalam kebutuhan administrasi tertentu. Adapun ketentuan mengenai atribut pakaian bersifat fleksibel, menyesuaikan dengan regulasi atau permintaan spesifik dari masing-masing instansi pengguna. Contoh ilustrasi pas foto ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar. 1 Ilustrasi Pas Foto

B. Pengolahan Citra Digital

Citra digital merupakan representasi visual berbentuk dua dimensi yang tersusun atas elemen-elemen terkecil yang disebut piksel. Setiap piksel memiliki koordinat spasial dan nilai kuantisasi tertentu yang menyimpan informasi mengenai intensitas warna dan tingkat kecerahan [5]. Sedangkan pengolahan citra digital adalah teknik dan metode untuk memanipulasi gambar digital dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas, menganalisis, dan menginterpretasikan informasi yang terdapat dalam gambar [6].

C. Deteksi Wajah Berbasis Cascade Classifier

Deteksi wajah merupakan proses identifikasi wajah manusia pada citra digital. Salah satu metode yang sering digunakan adalah Cascade Classifier, khususnya Haar Cascade Classifier yang diperkenalkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Metode ini bekerja dengan cara memproses citra melalui beberapa lapisan filter secara berurutan untuk menyaring fitur-fitur yang tidak relevan. Selanjutnya, metode ini menggunakan fitur Haar untuk mengklasifikasikan intensitas piksel dalam suatu area secara terstruktur, sehingga

memungkinkan pendeteksian objek dengan pola tertentu, dalam hal ini adalah wajah manusia [7].

D. Ruang Warna HSV

Ruang warna HSV (*Hue, Saturation, Value*) merupakan model representasi warna yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu spektrum warna (*hue*) yang memiliki rentang dari 0° hingga 360° , kejenuhan warna (*saturation*) yang menggambarkan tingkat keabu-abuan suatu warna, dan intensitas cahaya atau kecerahan (*value*) yang menunjukkan seberapa terang suatu warna. Model HSV dikembangkan untuk mendekati cara manusia dalam mengamati dan merasakan warna, yaitu berdasarkan nuansa (*hue*), intensitas kejenuhan (*saturation*), dan tingkat kecerahan (*value*) dari sebuah warna [8].

E. Region of Interest (ROI)

Region of Interest atau ROI adalah pembatasan analisis pada bagian tertentu dari citra yang dianggap penting dan menjadi fokus utama dalam proses pengolahan citra [9].

Pembatasan ini dapat berbentuk kotak, lingkaran, atau bentuk lain, tergantung pada kebutuhan dan tujuan analisis. Penggunaan ROI memungkinkan proses analisis berlangsung lebih efisien dari segi komputasi dan waktu, juga meningkatkan akurasi karena hanya memproses bagian citra yang relevan.

F. Operasi Morfologi

Operasi morfologi dalam konteks pengolahan citra adalah proses yang bertujuan untuk mengubah atau menganalisis bentuk geometris objek pada citra asli [10]. Operasi ini umumnya digunakan untuk menghilangkan *noise*, memisahkan objek yang saling menempel, mengisi lubang pada objek, serta mengekstraksi kontur atau bentuk objek.

Terdapat dua operasi dasar dalam morfologi, yaitu dilasi dan erosi. Dilasi berfungsi untuk memperbesar area objek, sedangkan erosi digunakan untuk mengikis atau mengurangi batas objek tersebut. Selain itu, terdapat operasi turunan yang menggabungkan kedua operasi dasar tersebut, seperti *opening* (erosi diikuti dilasi) dan *closing* (dilasi diikuti erosi), yang berguna untuk membersihkan citra dari gangguan kecil tanpa mengubah bentuk utama objek secara signifikan.

G. Kontur

Kontur atau *contour* dalam konteks pengolahan citra merupakan garis atau kurva yang merepresentasikan batas luar suatu objek dalam citra digital. Kontur biasanya dideteksi berdasarkan perbedaan warna atau tingkat kecerahan (intensitas piksel) yang mencolok antara objek dan latar belakang. Dalam praktiknya, kontur sering digunakan untuk mengenali bentuk, mengukur ukuran, serta melacak posisi objek pada citra.

Dalam berbagai kebutuhan analisis citra, kontur berperan penting, seperti dalam proses pengenalan bentuk dan analisis objek. Dengan kemampuannya menyederhanakan representasi visual objek tanpa menghilangkan informasi penting. Hal ini menjadikan kontur sebagai salah satu teknik yang banyak digunakan, terutama dalam proses mengenali serta menganalisis objek pada citra [11].

H. Application Programming Interface (API)

Application Programming Interface atau API adalah sekumpulan aturan, protokol dan alat yang memungkinkan perangkat lunak dan aplikasi untuk saling berinteraksi dan berkomunikasi. Dalam praktiknya, API memungkinkan integrasi antara berbagai sistem atau layanan, sehingga data dan fungsi tertentu dapat diakses secara efisien oleh aplikasi lain. Salah satu arsitektur API yang umum digunakan adalah *Representational State Transfer* (REST).

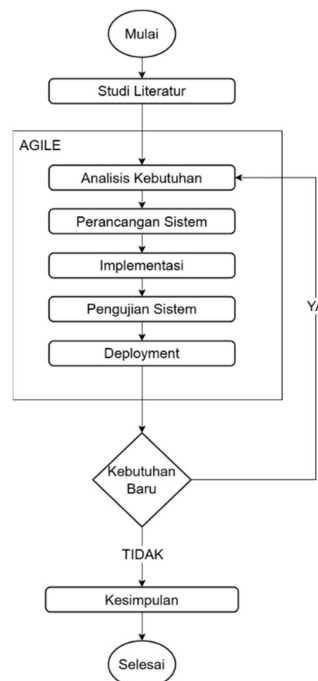
REST merupakan arsitektur yang dirancang untuk memungkinkan komunikasi yang efisien antara berbagai sistem melalui protokol HTTP. API ini dapat diakses melalui *endpoint* yang ditentukan, menggunakan metode HTTP standar seperti *GET*, *POST*, *PUT*, dan *DELETE*, dan diwakili oleh URL (*Uniform Resource Identifier*) yang unik untuk setiap sumber daya [12].

I. JavaScript Object Notation (JSON)

JavaScript Object Notation atau JSON adalah format data berbasis teks yang digunakan untuk menyimpan dan menukar informasi secara terstruktur. JSON bersifat ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diproses oleh mesin [13]. Format ini banyak digunakan dalam komunikasi antara server dan klien karena kompatibel dengan berbagai bahasa pemrograman, lingkungan (*environment*), dan pustaka (*library*).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan pendekatan Agile yang menekankan pada perbaikan siklus serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan selama pengembangan perangkat lunak [14]. Pemilihan metode ini didasarkan pada karakteristik pengembangan sistem validasi yang memerlukan iterasi cepat untuk menyesuaikan parameter sistem secara dinamis. Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur untuk membangun fondasi teoritis, yang kemudian dilanjutkan ke dalam siklus utama Agile yang mencakup *requirements, design, development, testing, dan deployment*. Langkah-langkah penelitian tersebut digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 2.



Gambar. 2 Diagram Alir Penelitian

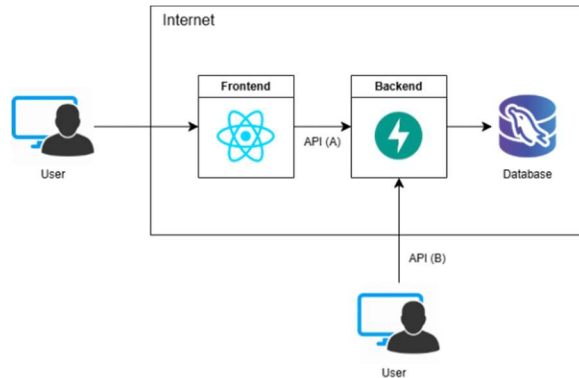
A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menghimpun informasi melalui tiga metode utama untuk menetapkan spesifikasi sistem yang akurat. Pertama, penyebaran kuesioner menggunakan teknik *convenience sampling* terhadap pengelola studio foto guna memetakan standar praktik industri, meliputi parameter teknis seperti rasio gambar, penggunaan garis tepi, format berkas, serta kendala operasional dalam produksi pas foto. Kedua, pengumpulan dataset sebanyak 108 citra melalui teknik *purposive sampling* dari sumber publik internet yang mencakup variasi latar belakang merah dan biru, serta kategori subjek pria, wanita, dan muslimah. Ketiga, observasi terhadap berbagai dokumen resmi di Indonesia untuk menentukan parameter ukuran foto, ketentuan warna latar belakang, dan aturan komposisi visual standar. Hasil analisis data menunjukkan bahwa proses validasi pas foto secara manual berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan dan keterlambatan prosedur. Oleh karena itu, penelitian ini

menekankan urgensi pengembangan sistem validasi otomatis yang mampu melakukan verifikasi secara cepat, akurat, dan konsisten sesuai dengan standar yang berlaku.

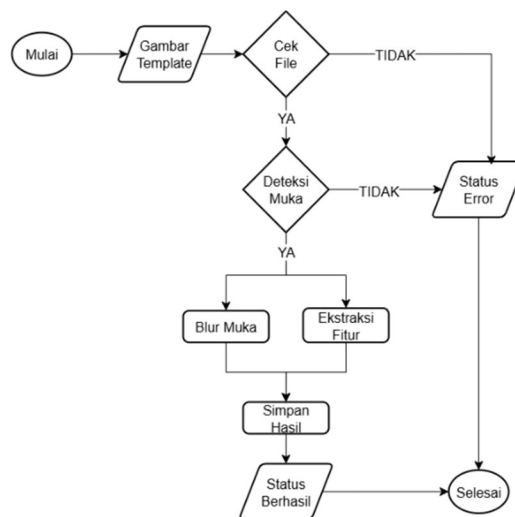
B. Perancangan Sistem

Penelitian ini merancang arsitektur sistem yang mengintegrasikan layanan *backend* berbasis API dengan modul pengolahan citra digital untuk mencapai validasi format pas foto yang terotomatisasi. Arsitektur sistem digambarkan pada Gambar 3.



Gambar. 3 Arsitektur Sistem

Sistem ini dibangun sebagai aplikasi berbasis *web* yang memungkinkan pengguna berinteraksi melalui dua skenario utama. Skenario pertama (A) berfokus pada sisi manajerial melalui antarmuka pengguna, yang mencakup manajemen akun, konfigurasi kunci API, pengaturan nilai bobot validasi, serta pengelolaan gambar acuan (*template*). Mengingat peran gambar acuan sebagai instrumen fundamental dalam menetapkan parameter referensi validasi, maka diperlukan prosedur pengecekan ketat pada saat pengunggahan, sebagaimana ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 4.

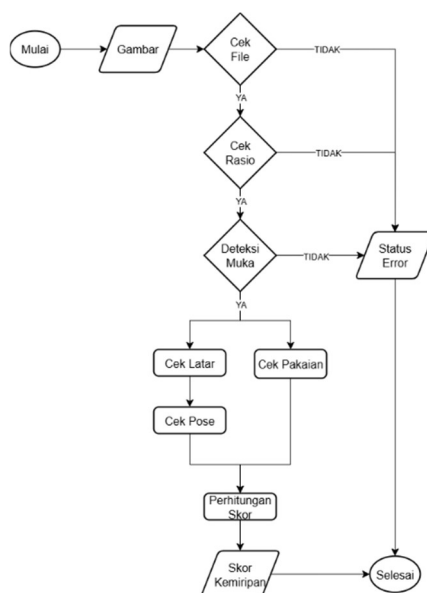


Gambar. 4 Diagram Alir Upload Gambar Template

Prosedur pengecekan gambar acuan diawali dengan validasi ekstensi *file* untuk memastikan hanya format JPG/JPEG atau PNG dengan ukuran maksimal 2MB yang dapat diproses. *File* yang memenuhi kriteria kemudian melalui tahap deteksi wajah menggunakan *Haar Cascade Classifier* guna menjamin keberadaan wajah tunggal pada citra. Apabila ditemukan wajah jamak atau tidak terdeteksi wajah sama sekali, sistem akan memberikan respons *error* dan menghentikan proses secara otomatis.

Setelah koordinat wajah teridentifikasi, sistem melakukan ekstraksi fitur visual yang mencakup parameter warna pakaian dan latar belakang. Ekstraksi warna pakaian dilakukan melalui analisis area di bawah koordinat wajah yang dikonversi ke dalam ruang warna HSV. Hasil ekstraksi tersebut kemudian disimpan dalam format *.npz* sebagai data histogram referensi. Secara paralel, warna latar belakang ditentukan berdasarkan dominasi piksel pada sepuluh baris teratas citra yang kemudian dikonversi menjadi kode Hex. Untuk menjaga privasi subjek, sistem menerapkan algoritma *Gaussian Blur* pada area wajah untuk *diblur* sebelum citra disimpan dalam direktori lokal. Tahap finalisasi melibatkan penyimpanan citra terproses dan data histogram ke penyimpanan lokal, sementara *file path* serta informasi kode warna disimpan ke dalam basis data untuk digunakan pada proses validasi format pas foto.

Skenario Kedua (B) merupakan inti dari layanan sistem, di mana proses validasi pas foto dilakukan secara otomatis melalui *endpoint* API tanpa interaksi langsung pada antarmuka pengguna. Skenario ini dirancang untuk melayani permintaan dari aplikasi pihak ketiga yang mengirimkan citra untuk divalidasi berdasarkan parameter referensi yang telah ditetapkan sebelumnya. Alur kerja logika validasi pada skenario ini digambarkan pada Gambar 5.



Gambar. 5 Diagram Alir Validasi Pas Foto

Proses diawali dengan validasi ukuran dan ekstensi *file* dan pemeriksaan aspek rasio (2:3, 3:4, atau 4:6) dengan toleransi 3%. Jika memenuhi kriteria, sistem melakukan deteksi wajah untuk menentukan *region of interest* (ROI) pada area latar belakang dan pakaian. Analisis kriteria visual selanjutnya mencakup tiga komponen utama:

- Validasi latar belakang – Dilakukan melalui segmentasi warna berdasarkan kode Hex acuan dengan rentang toleransi 10% untuk mengakomodasi variasi pencahayaan. Latar belakang dinyatakan valid (nilai 1) apabila tingkat kesesuaian piksel pada ROI melebihi ambang batas 50%.
- Validasi pose – Bertujuan memastikan posisi objek berada di tengah citra (*centered*). Proses ini menggunakan operasi morfologi (*closing* dan *erosi*) dengan kernel 5x5 untuk mereduksi *noise* pada citra biner, diikuti dengan pencarian kontur terbesar untuk menentukan titik tengah (*centroid*). Objek dinyatakan valid (nilai 1) apabila posisi *centroid* memiliki deviasi maksimal 10% dari titik tengah citra dan memenuhi area *hitbox* proporsional di bagian bawah.
- Validasi pakaian – Dilakukan dengan mengekstraksi histogram HSV pada ROI pakaian. Tingkat kemiripan antara citra *input* dan gambar acuan (*template*) dihitung menggunakan

metode *cosine similarity*. Di mana nilai 1 menunjukkan kemiripan distribusi warna sedangkan nilai 0 menunjukkan perbedaan warna yang signifikan antara kedua vektor warna.

Tahap finalisasi melibatkan kalkulasi skor akhir berdasarkan bobot yang telah ditetapkan sebelumnya untuk setiap kriteria. Kemudian seluruh rincian hasil penilaian dikembalikan dalam format JSON sebagai respons akhir sistem, yang memberikan transparansi terhadap setiap parameter yang divalidasi. Perhitungan nilai akhir dilakukan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Nilai Total} = \frac{\sum(N_i \times B_i)}{\sum B_i} \quad (1)$$

Keterangan:

N_i = Nilai dari kriteria ke- i

B_i = Bobot dari kriteria ke- i

C. Implementasi

Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python karena fleksibilitas sintaksis dan efisiensinya dalam pengembangan skrip serta aplikasi secara cepat [15]. Untuk mendukung fungsionalitas *backend*, digunakan *framework* FastAPI yang memungkinkan penyediaan layanan API dengan performa tinggi, struktur yang modern, serta kemudahan dalam integrasi [16]. Keamanan akses pada sistem menggunakan mekanisme autentikasi dan otorisasi berbasis *JSON Web Token* (JWT), sementara MySQL diimplementasikan sebagai basis data utama yang bersifat *open-source* [17] untuk mengelola informasi hasil pemrosesan citra serta data referensi validasi.

Pada inti pemrosesan citra, sistem memanfaatkan *library* OpenCV untuk melakukan manipulasi dan analisis citra digital. Integrasi antara FastAPI dan OpenCV ini membentuk sistem yang dapat melayani permintaan validasi pas foto secara otomatis.

D. Pengujian Sistem

Penelitian ini melakukan pengujian yang mencakup dua aspek utama, yaitu pengujian fungsionalitas API dan pengujian pengolahan citra digital. Pengujian fungsionalitas API menggunakan metode *black box testing*. Dan pengujian pengolahan citra digital melalui pendekatan skenario uji, yang mencakup skenario utama untuk variasi rasio, warna latar belakang, pose, dan jenis pakaian pada kategori subjek pria, wanita, serta muslimah. Serta, skenario tambahan untuk menguji limitasi sistem terhadap *input* citra non-manusia maupun penggunaan atribut yang menutupi fitur wajah seperti masker dan topi. Seluruh hasil pengujian ini menjadi tolok ukur efektivitas sistem dalam melakukan validasi pas foto secara otomatis dan konsisten.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil Implementasi API

Implementasi API dilakukan dengan membangun *endpoint* menggunakan *framework* FastAPI yang mencakup dua skenario utama. Skenario pertama (A) berfokus pada fungsi manajerial yang memfasilitasi komunikasi antara *backend* dan *frontend*. Fungsi ini meliputi manajemen akun, konfigurasi kunci API, pengaturan parameter bobot validasi, serta pengelolaan gambar acuan (*template*). Contoh representasi respons API pada skenario manajerial, khususnya dalam pengelolaan gambar acuan, ditunjukkan pada kode JSON berikut ini:

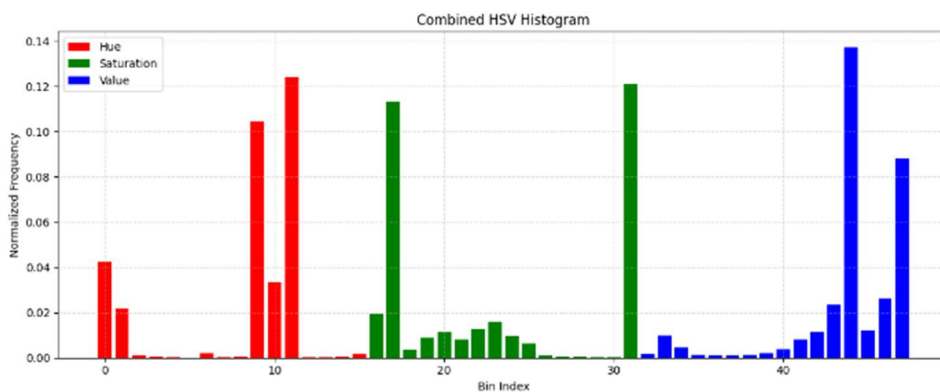
```
{
  "detail": "Berhasil mengupload gambar"
}
```

Skenario kedua (B) merupakan penyediaan API publik yang dirancang untuk integrasi dengan aplikasi eksternal. Untuk menjamin keamanan data, akses pada API publik ini dikendalikan melalui mekanisme kunci API (*API Key*), di mana setiap permintaan wajib menyertakan kunci yang valid. Fokus utama dari layanan publik ini adalah proses validasi pas foto secara otomatis. Berikut adalah contoh respons dari *endpoint* yang menunjukkan hasil penilaian berdasarkan parameter teknik yang telah ditetapkan yang dikembalikan dengan format JSON, yang dapat dilihat pada kode program berikut:

```
{
  "status": "ok",
  "user": "string",
  "file": "data01-4.JPG",
  "hasil": {
    "background": {
      "skor": 1,
      "detail": "Latar ✓"
    },
    "pose": {
      "skor": 1,
      "detail": "Pose valid ✓"
    },
    "cloth": {
      "skor": 0.8898,
      "detail": "Similarity 88.98 %"
    },
    "total": 0.9633
  }
}
```

B. Hasil Implementasi Pengolahan Citra

Implementasi modul pengolahan citra disusun secara modular berdasarkan dua skenario operasional utama. Pada skenario pertama (A), sistem melakukan prosedur verifikasi ketat terhadap pengunggahan citra acuan (*template*). Proses ini diawali dengan validasi administratif (format dan ukuran *file*), yang kemudian dilanjutkan dengan deteksi wajah menggunakan *Haar Cascade Classifier*. Setelah koordinat wajah teridentifikasi, sistem menetapkan *Region of Interest (ROI)* pada area bawah wajah untuk mengekstraksi fitur pakaian. Ekstraksi ini dilakukan dengan menghitung distribusi warna dalam ruang warna HSV yang direpresentasikan melalui histogram 16 bin, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 6.



Gambar. 6 Contoh Visualisasi Histogram

Secara paralel, sistem melakukan ekstraksi warna latar belakang dengan mengidentifikasi warna dominan pada sepuluh baris piksel teratas citra, yang kemudian dikonversi ke dalam format heksadesimal (contoh: #2500C2). Sebagai upaya proteksi privasi subjek dalam penyimpanan data, sistem menerapkan algoritma *Gaussian Blur* secara spesifik pada area koordinat wajah sebelum citra disimpan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar. 7 Contoh Hasil Blur Area Wajah

Pada skenario kedua (B), sistem menjalankan prosedur validasi format pas foto. Tahap awal meliputi verifikasi administratif terhadap ekstensi dan ukuran *file*, serta deteksi wajah yang konsisten dengan prosedur pada skenario pengunggahan citra acuan. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap rasio dimensi citra dengan ambang batas toleransi sebesar 3%. Apabila kriteria awal terpenuhi, sistem melanjutkan ke tahap segmentasi melalui proses *masking* warna latar belakang untuk memisahkan objek utama dari latar belakangnya, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 8.



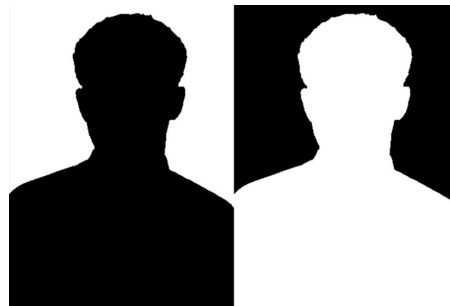
Gambar. 8 Contoh Hasil Masking Warna

Setelah proses segmentasi, sistem melakukan pembagian *Region of Interest* (ROI) berdasarkan koordinat wajah menjadi dua sektor utama, yakni area latar belakang dan area pakaian (Gambar 9). Pada ROI latar belakang, validasi dilakukan dengan menghitung rasio piksel yang sesuai terhadap total piksel, kriteria dinyatakan valid apabila rasio tersebut melebihi ambang batas 50%. Sementara itu, pada ROI pakaian, tingkat kesesuaian diukur melalui perbandingan histogram warna antara citra *input* dan citra acuan menggunakan metode *cosine similarity*.



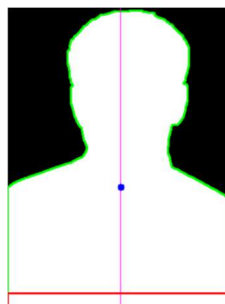
Gambar. 9 Contoh Visualisasi ROI

Analisis dilanjutkan dengan evaluasi pose yang diawali dengan serangkaian operasi praproses pada hasil *masking*. Operasi morfologi *closing* diterapkan untuk menutup celah kecil pada objek, diikuti oleh operasi *erosion* untuk mereduksi *noise* guna meningkatkan akurasi data. Tahap ini diakhiri dengan inversi citra untuk mentransformasikan objek menjadi area putih (*foreground*) di atas latar belakang hitam. Perbandingan visual sebelum dan setelah proses praproses ini ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar. 10 Contoh Hasil Praproses

Guna memastikan kualitas data sebelum analisis kontur, sistem melakukan pengecekan distribusi piksel untuk menyaring interferensi *noise* ekstrem. Citra dengan rasio piksel putih kurang dari 90% akan dikategorikan tidak valid. Pada citra yang memenuhi syarat, sistem mendeteksi kontur terbesar sebagai representasi objek utama. Kontur tersebut dianalisis lebih lanjut untuk menentukan simetri posisi menggunakan titik berat (*centroid*) terhadap sumbu vertikal tengah citra, serta memastikan pemenuhan area *hitbox* pada bagian bawah.



Gambar. 11 Contoh Analisis Kontur

Visualisasi analisis kontur pada Gambar 11 menyajikan elemen-elemen validasi yang meliputi, garis merah muda sebagai acuan simetri vertikal, titik biru sebagai indikator *centroid*, garis hijau sebagai garis kontur objek, dan kotak merah yang merepresentasikan batas *hitbox*. Pose dinyatakan valid apabila kedua kondisi spasial tersebut terpenuhi. Seluruh hasil evaluasi atribut yang meliputi latar belakang, pose, dan pakaian, kemudian digabung pada perhitungan skor akhir menggunakan Persamaan 1 untuk menghasilkan nilai validasi.

C. Pengujian Fungsionalitas API

Pengujian difokuskan pada *endpoint* API guna memastikan bahwa setiap fungsionalitas telah berjalan sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Seluruh proses pengujian dilaksanakan dengan memanfaatkan aplikasi Postman sebagai perangkat bantu. Hasil pengujian dari setiap skenario dapat dilihat pada Tabel I berikut ini.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN FUNGSIONALITAS API

Langkah Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
POST dengan data gambar <i>template</i> pas foto valid	Status Kode 200, Berhasil mengunggah gambar	API mengembalikan status kode 200 dan gambar berhasil diunggah	Berhasil
POST dengan data gambar <i>template</i> pas foto tidak valid	Status Kode 400, detail keterangan <i>error</i>	API mengembalikan status kode 400 dengan detail keterangan <i>error</i>	Berhasil
DELETE untuk gambar <i>template</i> berhasil	Status Kode 200, Berhasil menghapus gambar	API mengembalikan status kode 200 dan gambar berhasil dihapus	Berhasil
DELETE untuk tidak ada gambar <i>template</i>	Status Kode 404, Tidak ada gambar untuk dihapus	API mengembalikan status kode 404 dengan detail tidak ada gambar untuk dihapus	Berhasil
POST untuk buat kunci api	Status Kode 201, Berhasil membuat kunci API	API mengembalikan status kode 201 dan kunci API berhasil dibuat	Berhasil
POST untuk buat kunci api sudah ada	Status Kode 400, kunci API sudah ada	API mengembalikan status kode 400 dengan detail kunci API sudah ada	Berhasil
DELETE kunci api berhasil	Status Kode 200, Berhasil menghapus kunci API	API mengembalikan status kode 200 dan kunci API berhasil dihapus	Berhasil
DELETE kunci api yang tidak ada	Status Kode 404, Tidak ada menemukan kunci API	API mengembalikan status kode 404 dengan detail tidak menemukan kunci API	Berhasil
POST untuk set nilai bobot skor	Status Kode 200, Berhasil mengatur bobot	API mengembalikan status kode 200 dan bobot skor berhasil diatur	Berhasil
POST untuk validasi pas foto berhasil	Status Kode 200, detail hasil validasi	API mengembalikan status kode 200 beserta detail hasil validasi	Berhasil

POST untuk validasi pas foto gagal	Status Kode 400, detail <i>error</i>	API mengembalikan status kode 400 dengan detail <i>error</i>	Berhasil
Request tanpa token JWT	Status Kode 401, <i>Not authenticated</i>	API mengembalikan status kode 401 dengan detail <i>not authenticated</i>	Berhasil
Request dengan token JWT invalid	Status Kode 403, <i>could not validate credentials</i>	API mengembalikan status kode 403 dengan detail <i>could not validate credentials</i>	Berhasil
Request tanpa kunci API	Status Kode 403, <i>Not authenticated</i>	API mengembalikan status kode 403 dengan detail <i>not authenticated</i>	Berhasil
Request dengan kunci API tidak valid	Status Kode 401, Invalid API <i>Key</i>	API mengembalikan status kode 401 dengan detail <i>invalid API key</i>	Berhasil

D. Pengujian Validasi Format Pas Foto

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam memvalidasi format pas foto melalui serangkaian skenario yang mencakup aspek geometri, warna, dan posisi objek. Menggunakan tiga kategori *template* acuan, yaitu Pria (A), Wanita (B), dan Muslimah (C) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 12, sistem diuji menggunakan data yang telah diaugmentasi untuk merepresentasikan variasi kondisi riil. Pada skenario normal, sistem menunjukkan performa optimal dengan tingkat keberhasilan melebihi 90% dan durasi pemrosesan rata-rata 2 hingga 5 detik. Capaian ini didasarkan pada kemampuan algoritma dalam mengenali fitur wajah dan atribut pakaian yang memiliki kemiripan tinggi dengan *template* asli tanpa adanya deviasi parameter yang signifikan.



Gambar. 12 Template Untuk Ketiga Kategori

Ketangguhan sistem lebih lanjut diuji melalui variasi rasio dan warna latar untuk menentukan batas toleransi algoritma. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem secara konsisten mampu memproses rasio citra 3:4, 2:3, dan 4:6 dengan toleransi deviasi sebesar 3%. Namun, pengujian memberikan bukti bahwa rotasi objek sebesar 180° menjadi limitasi sistem akibat kegagalan deteksi wajah pada orientasi tersebut. Di sisi lain, validasi warna latar menunjukkan akurasi yang tinggi, di mana sistem berhasil mengenali warna latar sesuai kode heksadesimal *template* (#0D00A5, #FF0305, dan #DE0202) dalam ambang batas toleransi intensitas sebesar 10%.

Pada aspek evaluasi pose dan pakaian, validitas sistem dibuktikan melalui analisis kontur dan perhitungan *cosine similarity*. Pengujian pose mengonfirmasi bahwa sistem dapat mentoleransi pergeseran posisi selama *centroid* objek tetap berada pada jalur simetri vertikal dan memenuhi kriteria *hitbox* bawah. Namun, deteksi menjadi kurang konsisten pada posisi wajah yang terlalu ekstrem (terlalu tinggi atau rendah). Hal ini disebabkan oleh penetapan

ambang batas *hitbox* yang bersifat dinamis, yakni sebesar 5% dari tinggi gambar, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 13. Citra (A) menunjukkan kondisi di mana proses validasi tetap dilanjutkan, sedangkan pada citra (B) proses dihentikan sesuai dengan alur logika sistem.



(A)

(B)

Gambar. 13 Visualisasi Data Uji Ekstrem

Sementara itu, pada validasi atribut pakaian, implementasi *cosine similarity* terbukti efektif dalam membedakan pakaian berdasarkan distribusi warna. Fenomena ini ditunjukkan pada Gambar 14, di mana citra (A) menghasilkan nilai kemiripan pakaian yang tinggi, sementara citra (B) menunjukkan hasil sebaliknya..



(A)

(B)

Gambar. 14 Hasil Perbandingan Kemiripan Pakaian

Terakhir, pengujian atribut ekstra membuktikan spesifikasi deteksi sistem terhadap gangguan visual. Penggunaan kacamata, topi atau masker tetap diproses hal ini menjadi salah satu keterbatasan dalam implementasi sistem saat ini yang disebabkan belum adanya mekanisme khusus untuk mendeteksi atau mengabaikan atribut tambahan, namun sistem dapat menolak citra non-manusia. Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 15, citra (A) yang merupakan objek non-manusia berhasil ditolak, sementara penggunaan aksesoris seperti topi pada citra (B) dan masker pada citra (C) tetap dapat diproses oleh sistem. Seluruh rangkaian hasil ini mengonfirmasi bahwa model yang diusulkan memiliki reliabilitas yang memadai untuk implementasi validasi pas foto otomatis.



(A)

(B)

©

Gambar. 15 Data Uji Atribut Ekstra dan Non-Manusia

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem *backend* berbasis pengolahan citra digital yang mampu melakukan validasi pas foto secara otomatis dengan akurasi fungsional yang tinggi. Integrasi teknik pengolahan citra menggunakan OpenCV terbukti efektif dalam mengenali elemen krusial seperti deteksi wajah, latar belakang, pose, dan kriteria pakaian

berdasarkan referensi yang diunggah pengguna. Selain itu, implementasi API sebagai media komunikasi data menunjukkan performa yang stabil, di mana seluruh *endpoint* memberikan respons yang konsisten sesuai dengan skenario pengujian. Secara keseluruhan, integrasi FastAPI, OpenCV, dan API ini telah mencapai tujuan penelitian dalam menyediakan solusi validasi pas foto yang dapat diakses tanpa memerlukan infrastruktur mandiri yang kompleks.

REFERENSI

- [1] T. Susim dan C. Darujati, "Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, hlm. 534–545, Mar 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.202.
- [2] Septian Aditya, "Aplikasi Automatic Cropping Pas Foto," Universitas Islam Indonesia, 2012.
- [3] A. F. R. Rohman dan Henny Dwi Bhakti, "Perancangan Deteksi Wajah pada Aplikasi Berbasis React Native Menggunakan Metode Haar Cascade," *Jurnal Informatika dan Teknologi Pendidikan*, vol. 4, no. 1, hlm. 32–40, Jul 2024, doi: 10.59395/jitp.v4i1.79.
- [4] W. S. Hasibuan, "Penerapan Metode Fisherface Untuk Mendeteksi Wajah Pada Citra Pasfoto," *BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 3, hlm. 122–126, 2021.
- [5] G. Mutaqin dan S. Kom, *Teknik Penghapusan Kabut Pada Citra Digital*. Yogyakarta: Nas Media Pustaka, 2023.
- [6] S. Ratna, "PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN HISTOGRAM DENGAN PHYTON DAN TEXT EDITOR PHYCHARM," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 3, hlm. 181, Jul 2020, doi: 10.31602/tji.v11i3.3294.
- [7] C. Rahmad, R. A. Asmara, D. R. H. Putra, I. Dharma, H. Darmono, dan I. Muhiqqin, "Comparison of Viola-Jones Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for face detection," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 732, no. 1, hlm. 012038, Jan 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012038.
- [8] M. M. Chandra, "Klasifikasi Jenis Bunga Menggunakan Metode Svm Berdasarkan Citra Dengan Fitur Hsv.," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.59141/jist.v4i02.585.
- [9] B. D. Y. Asmara, R. Wulaningrum, dan R. Helilintar, "Implementasi Region of Interest (ROI) Untuk Segmentasi Citra Tanda Tangan," dalam *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2023, hlm. 1248–1255. doi: 10.29407/inotek.v7i3.3565.
- [10] A. Yasir, W. Satria, dan P. Yuanda, "DIGITAL IMAGE PROCESSING METODE MEDIAN FILTERING DAN MORFOLOGI OPENING DALAM REDUKSI NOISE CITRA," *Warta Dharmawangsa*, vol. 17, no. 4, hlm. 1687–1701, Okt 2023, doi: 10.46576/wdw.v17i4.3821.
- [11] F. A. N. Aini, R. Monasari, E. Puspitasari, Z. Amalia, T. Machfuroh, dan S. D. N. R., "Penentuan Titik Pengambilan Objek Secara Otomatis Untuk Asisten Robot Ahli Bedah Pada Sistem KNN," *ROTASI*, vol. 26, no. 2, hlm. 1–7, Apr 2024, doi: 10.14710/rotasi.26.2.1-7.
- [12] A. Ehsan, M. A. M. E. Abuhaliqa, C. Catal, dan D. Mishra, "RESTful API Testing Methodologies: Rationale, Challenges, and Solution Directions," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 9, hlm. 4369, Apr 2022, doi: 10.3390/app12094369.
- [13] I. Garg, *Study on JSON, its Uses and Applications in Engineering Organizations*, 2024. doi: 10.13140/RG.2.2.19850.07367.
- [14] Z. Ghinafekar, M. M. Mu'thy, dan M. A. Yaqin, "Perbandingan Metode Agile dan Waterfall Berdasarkan Analisis Waktu Pengembangan Sistem," *Jurnal Manajemen*

Teknologi Informatika, vol. 3, no. 1, hlm. 26–44, Apr 2025, doi: 10.70038/jentik.v3i1.149.

- [15] A. Suharto, *Fundamental Bahasa Pemrograman Python*. Eureka Media Aksara, 2023.
- [16] F. L. Pakpahan, J. S. Sembiring, T. B. Abellista, dan E. Indra, “Integration of YOLOv8 and FastAPI for Early Detection of Nail Diseases,” *Sinkron*, vol. 9, no. 2, hlm. 978–986, Jun 2025, doi: 10.33395/sinkron.v9i2.14796.
- [17] L. D. Andrianto dan D. F. Suyatno, “Analisis Performa Load Testing Antara Mysql Dan Nosql Mongodb Pada RestAPI Nodejs Menggunakan Postman,” *Journal of Emerging Information System and Business Intelligence (JEISBI)*, vol. 5, no. 1, hlm. 18–26, Jan 2024, doi: 10.26740/jeisbi.v5i1.58157.