

## **Pengelompokan Citra Warna Kulit Untuk Rekomendasi Shade Make-Up Kecantikan Dengan Konsep Pengolahan Citra Digital**

**Herriyance<sup>1</sup>, Zaimah Panjaitan<sup>2</sup>, Beni Andika<sup>3</sup>, Muhammad Dahria<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> S1 Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara · <sup>2,3,4</sup> Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: <sup>1</sup>Herriyance@usu.ac.id, <sup>2</sup>zaimahp09@gmail.com, <sup>3</sup>beniandika2010@gmail.com, <sup>4</sup>mdahria1@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: Herriyance@usu.ac.id

### **Abstrak**

Proses pemilihan shade make-up, khususnya foundation, yang sesuai dengan warna kulit masih menjadi permasalahan yang kerap dialami oleh konsumen. Ketidaksiharian ini sering menghasilkan tampilan riasan yang tidak natural dan kurang menyatu dengan warna kulit asli. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pengelompokan warna kulit menggunakan beberapa konsep pengolahan citra digital secara real-time, di antaranya: konvolusi dengan *Gaussian Blur* untuk meredam *noise*, *Fourier Transform* untuk menganalisis frekuensi citra, *operator Sobel* untuk mendeteksi tepi, *Wiener Filter* untuk mengurangi efek blur, serta penambahan *Gaussian Noise* sebagai simulasi gangguan. Proses segmentasi dilakukan menggunakan algoritma *K-Means Clustering* untuk memisahkan area warna kulit dari citra wajah. Penelitian ini juga melakukan validasi manual terhadap hasil pengolahan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang mampu mengekstraksi area kulit wajah (*Ivory/Putih*, *Beige/Sawo Matang*, dan *Tan/Gelap*) secara otomatis, mengelompokkan warna kulit berdasarkan segmentasi, dan memberikan rekomendasi *shade foundation* yang sesuai dengan karakteristik warna kulit pengguna. Dengan pendekatan ini, sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu pengguna dalam memilih shade produk foundation yang lebih tepat dan sesuai.

**Kata Kunci:** *Gaussian Blur*, *Wiener*, *K-Means*, Pengelompokan Warna Kulit, *Shade Make-up*, Pengolahan Citra.

### **Abstract**

The process of selecting the right shade of makeup, especially foundation, that matches skin tone remains a common problem faced by consumers. This mismatch often results in makeup that looks unnatural and does not blend well with the natural skin tone. Therefore, this study aims to analyze a skin tone classification system using real-time digital image processing concepts. This system employs several image processing methods, including: *Gaussian Blur convolution* to reduce noise, *Fourier Transform* to analyze image frequency, *Sobel Operator* to detect edges, *Wiener Filter* to minimize blurring effects, and the addition of *Gaussian Noise* as a simulation of interference. The segmentation process is performed using the *K-Means Clustering* algorithm to separate skin color areas from the facial image. This study also performs manual validation of the processing results. The final outcome of this research is a system capable of automatically extracting facial skin areas (*Ivory/White*, *Beige*, *Tan/Black*), classifying skin color based on segmentation, and providing recommendations for foundation shades that match the user's skin color characteristics. With this approach, the developed system is expected to assist users in selecting a more appropriate and suitable foundation product.

**Keywords:** *Gaussian Blur*, *Wiener*, *K-Means*, *Skin Color Classification*, *Makeup Shade Recommendation*, *Digital Image Processing*.

## **1. PENDAHULUAN**

Kesulitan dalam memilih shade make-up yang sesuai dengan warna kulit masih menjadi permasalahan umum dalam dunia make-up. Banyak pengguna, khususnya pemula, mengalami ketidaksiharian antara warna foundation yang digunakan dengan warna kulit aslinya, sehingga menghasilkan tampilan riasan yang tidak natural dan kurang optimal. Hal ini umumnya disebabkan oleh minimnya pemahaman mengenai skintone dan undertone kulit, pencahayaan yang tidak konsisten saat memilih produk, serta ketiadaan sistem cerdas yang mampu memberikan rekomendasi make-up secara objektif dan personal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini membangun sistem rekomendasi shade foundation berbasis Pengelompokan warna kulit menggunakan pengolahan citra digital secara real-time. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi area kulit wajah secara otomatis melalui kamera, mengekstraksi fitur warna dari citra wajah, lalu mengelompokkan warna kulit berdasarkan hasil segmentasi warna dan clustering. Hasil Pengelompokan ini kemudian digunakan sebagai acuan dalam memberikan rekomendasi shade foundation yang sesuai dengan karakteristik kulit pengguna.

Proses Pengelompokan warna kulit menjadi tahap inti dalam sistem ini. pengelompokan dilakukan dengan cara mengelompokkan warna kulit ke dalam beberapa kategori berdasarkan intensitas warna (RGB maupun HSV) yang diperoleh dari area kulit yang terdeteksi. Metode clustering seperti *K-Means* digunakan karena kemampuannya dalam membagi data ke dalam kelompok homogen [1]. Selain itu, pendekatan berbasis *RGB Clustering* juga terbukti mampu mengelompokkan tone warna kulit dengan akurat dalam sistem rekomendasi foundation otomatis [2]. Penelitian Sari et al. [1] bahkan menunjukkan efektivitas *K-Means* dalam menangani variasi warna kulit dalam citra digital, yang menjadi dasar bagi pengembangan sistem serupa. Beberapa penelitian sebelumnya juga menekankan pentingnya tahap preprocessing citra dalam menghasilkan Pengelompokan yang akurat. Misalnya, Rismayana et al. [3] membandingkan efektivitas *Gaussian Blur* dan operator *Sobel* dalam meningkatkan kualitas ekstraksi fitur warna. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode dapat menghasilkan data warna kulit yang lebih stabil dan bersih dari noise.

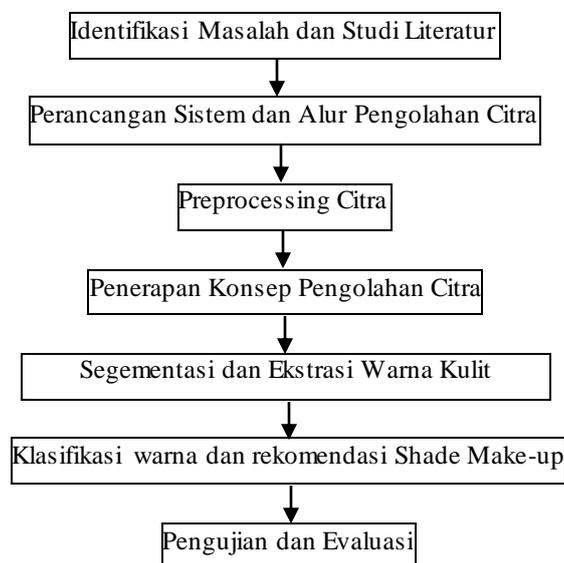
Dalam konteks serupa, Mao et al. [4] mengembangkan sistem analisis warna citra berbasis kamera dan mendemonstrasikan bahwa kualitas input visual sangat berpengaruh terhadap rekomendasi akhir.

Meskipun kontribusi dari penelitian-penelitian tersebut cukup signifikan, sebagian besar belum secara menyeluruh mengintegrasikan seluruh tahapan mulai dari akuisisi citra secara real-time, preprocessing, segmentasi warna kulit, Pengelompokan, hingga pemberian rekomendasi make-up otomatis dalam satu sistem terpadu. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem Pengelompokan warna kulit secara real-time yang menggabungkan berbagai metode pengolahan citra seperti Gaussian Blur, Transformasi Fourier, deteksi tepi Sobel, Wiener Filter, dan penambahan Gaussian Noise. Segmentasi dilakukan menggunakan K-Means Clustering, dan validasi manual dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan hasil Pengelompokan warna kulit yang akurat dan rekomendasi shade foundation yang relevan bagi pengguna.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Citra wajah diperoleh secara real-time menggunakan webcam dengan pencahayaan alami. Setiap citra diambil dalam format RGB dengan resolusi menengah. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan utama sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

adapun penjelasan untuk tahapan proyek diatas sebagai berikut:

1. Studi Literatur  
Tahapan awal untuk memahami permasalahan yang diangkat dalam penelitian, dilanjutkan dengan kajian literatur untuk mempelajari teori, metode, dan penelitian terkait yang sudah ada sebelumnya.
2. Perancangan Sistem dan Alur Pengolahan Citra  
Pada tahap ini dilakukan perencanaan struktur sistem yang akan dibangun, termasuk menentukan urutan proses pengolahan citra yang logis, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan.
3. Preprocessing Data  
Gambar yang diperoleh dipersiapkan dengan berbagai teknik seperti peningkatan kualitas gambar, pengurangan noise, dan normalisasi agar hasil pengolahan citra di tahap berikutnya lebih optimal.
4. Penerapan Metode Pengolahan Citra  
Metode-metode pengolahan citra seperti *filtering*, transformasi warna, atau deteksi tepi diterapkan untuk mengolah citra sesuai tujuan penelitian.
5. Segmentasi dan Ekstraksi Warna Kulit  
Proses memisahkan area kulit dari bagian lain dalam citra dan mengambil informasi warna kulit sebagai data utama untuk analisis lebih lanjut.
6. Klasifikasi Warna dan Rekomendasi Shade Make-Up  
Warna kulit yang telah diekstraksi dikelompokkan ke dalam kategori tertentu menggunakan metode klasifikasi, kemudian diberikan rekomendasi *shade make-up* yang sesuai berdasarkan hasil klasifikasi tersebut.

## 7. Pengujian dan Evaluasi

Sistem yang telah dibangun diuji untuk mengetahui kinerja, akurasi, dan efektivitasnya. Hasil evaluasi menjadi dasar untuk perbaikan atau penyempurnaan sistem.

## 2.2 Teori Pendukung

### 2.2.1 Gaussian Blur

Gaussian Blur adalah metode smoothing citra digital yang berfungsi untuk mengurangi noise dan detail halus dengan cara menerapkan kernel berbentuk distribusi Gaussian. Proses ini membantu meredam gangguan visual sebelum tahap segmentasi atau deteksi tepi dilakukan. Menurut Rismayana et al. [2], Gaussian Blur bekerja lebih efektif dalam mereduksi noise dibandingkan metode sharpening. Dalam studi oleh Mao et al. [3], Gaussian Blur digunakan sebagai bagian dari preprocessing untuk meningkatkan kualitas ekstraksi fitur warna pada wajah. Sementara itu, Nurjanah et al. [5] menyatakan bahwa penggunaan Gaussian Blur dapat memperjelas struktur warna kulit sebelum dilakukan pemrosesan lanjutan, seperti deteksi wajah.

### 2.2.2 Transformasi Fourier

Transformasi Fourier digunakan untuk mengubah citra dari domain spasial ke domain frekuensi, sehingga memudahkan dalam proses *filtering* dan analisis pola tersembunyi. Kamble [1] memanfaatkan Fourier Transform sebagai bagian dari proses *deblurring* citra sebelum diterapkan filter Wiener. Dalam studi Rosyadi et al. [5], transformasi frekuensi berperan penting dalam mengoptimalkan ekstraksi fitur warna dari citra wajah untuk keperluan klasifikasi berbasis AI. Selain itu, Putri et al. [9] menyebutkan bahwa *Fourier* Transform juga digunakan untuk memahami distribusi noise dalam sistem deteksi undertone berbasis *web*.

### 2.2.3 Sobel Edge Detection

Sobel Edge Detection merupakan metode deteksi tepi yang menghitung gradien intensitas piksel untuk menemukan perubahan tajam dalam kecerahan, yang menandai batas objek. Rismayana et al. [2] menggunakan operator Sobel dalam membandingkan efektivitas deteksi tepi pada citra otak, menunjukkan keunggulan metode ini pada gambar dengan *noise* sedang. Maulana et al. [7] juga menerapkan metode ini dalam sistem deteksi warna kulit untuk membantu klasifikasi kecocokan warna busana. Sementara itu, Sahputra [16] menunjukkan bahwa Sobel Edge Detection dapat mendukung proses segmentasi pada sistem pendeteksi wajah berbasis warna kulit.

### 2.2.4 Wiener Filter

Wiener Filter adalah metode restorasi citra yang meminimalkan error antara citra hasil dengan citra asli, dengan mempertimbangkan karakteristik sinyal dan noise. Kamble [1] menunjukkan efektivitas Wiener Filter dalam mengatasi blur pada citra berwarna. Ramadhani [13] memanfaatkan metode ini dalam video untuk mengatasi gangguan gerakan (*motion blur*) menggunakan pendekatan *non-blind deconvolution*. Penelitian oleh Sari et al. [3] juga mengintegrasikan Wiener Filter dalam rangkaian preprocessing sebelum segmentasi kulit dilakukan dengan K-Means. Selain itu, Rosyadi et al. [5] menyatakan bahwa Wiener Filter bermanfaat dalam mempertahankan detail warna kulit untuk kebutuhan klasifikasi.

### 2.2.5 Noise Gaussian

Gaussian Noise adalah gangguan acak yang mengikuti distribusi normal, sering digunakan dalam simulasi untuk menguji performa sistem pengolahan citra. Rismayana et al. [2] menggunakan Gaussian Noise untuk membandingkan efektivitas beberapa metode filter termasuk Gaussian dan Sobel. Mao et al. [3] menyebutkan bahwa noise ini ditambahkan secara buatan ke dataset wajah untuk menguji ketahanan sistem terhadap gangguan visual. Dalam studi oleh Rosyadi et al. [5], Gaussian Noise menjadi tantangan utama dalam proses klasifikasi warna kulit menggunakan sistem AI berbasis gambar, sehingga filter yang digunakan harus mampu menyesuaikan terhadap distribusi ini.

### 2.2.6 K-Means

K-Means merupakan algoritma clustering yang digunakan dalam segmentasi citra untuk memisahkan area berdasarkan kemiripan fitur seperti warna atau tekstur. Sari et al. [3] memanfaatkan K-Means untuk mengelompokkan piksel wajah berdasarkan tekstur kulit dalam sistem segmentasi. Kurniawati [4] menggunakan metode ini dalam konteks klasifikasi skintone sebagai langkah awal sebelum algoritma Naive Bayes diterapkan untuk rekomendasi *make-up*. Selain itu, Mukhtar [17] menerapkan RGB clustering menggunakan pendekatan serupa untuk sistem rekomendasi *foundation* berbasis warna kulit. Penelitian oleh Rosyadi et al. [5] juga menunjukkan bahwa segmentasi berbasis clustering efektif untuk klasifikasi fitur wajah dengan bantuan visual AI.

### 2.2.7 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah proses memanipulasi gambar menggunakan algoritma komputer untuk meningkatkan kualitas visual atau mengekstraksi informasi penting. Menurut Gonzalez & Woods [7], pengolahan citra mencakup tiga tahap utama: *preprocessing*, *enhancement*, dan analisis fitur. Gaussian Blur digunakan untuk meredam noise, Fourier untuk transformasi frekuensi, Sobel untuk pendeteksian tepi, dan Wiener Filter untuk mengoreksi blur [1][2][8].

### 2.2.8 Segmentasi Warna Kulit

Segmentasi warna kulit bertujuan memisahkan area kulit dari bagian non-kulit untuk dianalisis lebih lanjut. YCbCr banyak digunakan karena kestabilan nilai Cr dan Cb pada warna kulit manusia [2]. K-Means Clustering menjadi metode

populer dalam pengelompokan warna kulit [3], dan CNN mulai digunakan pada penelitian terbaru untuk akurasi tinggi [5][7].

## 2.2.9 Shade Make-Up

*Shade make-up* harus sesuai dengan warna kulit agar hasil riasan tampak alami. Mao et al. [2] menggunakan CIE XYZ dan analisis delta-E. JATI [4] memanfaatkan klasifikasi Naive Bayes, dan pendekatan seperti *Monk Skin Tone* mulai digunakan sebagai dasar yang lebih inklusif.

## 2.2.10 Klasifikasi Warna Kulit

Klasifikasi warna kulit merupakan proses pengelompokan warna kulit manusia ke dalam beberapa kategori tertentu untuk memudahkan penentuan produk kosmetik yang sesuai, seperti *foundation* [18]. Berdasarkan penelitian Haris et al. [18], warna kulit dapat dibedakan menjadi beberapa kategori utama, yaitu *Light/Ivory* (kulit terang) yang ditandai dengan warna kulit cerah atau putih pucat dengan kadar melanin rendah, *Medium/Beige* (kulit sawo matang) yang umum dijumpai di Asia Tenggara dengan kadar melanin sedang, dan *Tan* (kulit gelap) yang memiliki kandungan melanin lebih tinggi serta rona kecoklatan. Hasil klasifikasi dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi shade make-up yang sesuai dengan karakteristik warna kulit pengguna.

## 2.2.11 Foundation

*Foundation* adalah rangkaian kosmetik dekoratif yang digunakan sebagai dasar sebelum penggunaan bedak. Fungsinya adalah untuk menutup permukaan kulit wajah, meratakan warna kulit, serta menyamarkan kekurangan seperti noda, jerawat, dan warna kulit yang tidak merata. Pemilihan formula foundation sebaiknya disesuaikan dengan jenis kulit, karena jenis kulit seperti berminyak memerlukan foundation dengan daya tahan lebih tinggi agar riasan tidak mudah luntur dan tetap menempel dengan baik di kulit wajah. Foundation juga memiliki variasi bentuk, seperti cair dan krim, dengan masing-masing kelebihan dalam hal kemudahan aplikasi dan daya lekat pada kulit.

## 2.2. Metode Penyelesaian

Metode pengolahan citra digunakan untuk mengekstraksi area wajah dan kulit secara tepat, memperbaiki kualitas visual dan mengelompokkan warna berdasarkan fitur warna. Nilai warna kulit kemudian digunakan untuk merekomendasikan *shade make-up* berdasarkan kedekatan nilai warna dari dataset.

### 2.2.1. Penerapan Metode Pengolahan Citra dalam Program

Setiap metode pengolahan citra yang digunakan pada penelitian ini diterapkan langsung ke dalam program berbasis JavaScript dengan pengolahan ImageData dari HTML5 Canvas. Berikut penjelasan penerapannya:

#### 1. Metode Deblurring: Wiener Filter

Wiener Filter adalah salah satu teknik restorasi citra yang bertujuan untuk mengurangi efek kabur (blur) akibat noise atau gangguan sistem optik [1], [13]. Teknik ini bekerja dengan cara memodelkan citra sebagai sinyal yang terkontaminasi noise, lalu menggunakan prinsip probabilistik untuk memperkirakan citra aslinya dengan kesalahan minimal [13]. Dengan demikian, Wiener Filter berusaha memulihkan ketajaman dan kejelasan citra, terutama pada area tepi dan detail halus yang mengalami degradasi.

Dalam konsepnya, Wiener Filter menghitung hasil restorasi berdasarkan rasio antara spektrum sinyal asli dan noise. Karena perhitungan statistik kompleks ini sulit diterapkan secara langsung di JavaScript, simulasi dilakukan menggunakan MATLAB atau Python. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk membandingkan ketajaman citra sebelum dan sesudah proses *deblurring* dalam sistem rekomendasi make-up.

Logika Kerja Wiener Filter:

- Memodelkan citra sebagai kombinasi sinyal asli dan noise.
- Menghitung estimasi citra asli dengan meminimalkan *Mean Squared Error (MSE)*.
- Membantu meningkatkan ketajaman tepi dan detail pada citra yang buram.

#### 2. Metode Noise: Gaussian Noise

Gaussian Noise adalah jenis gangguan citra yang berbentuk distribusi normal dengan nilai acak tersebar di seluruh piksel citra [2]. Noise ini umumnya digunakan untuk menguji ketahanan sistem segmentasi dan klasifikasi terhadap gangguan visual. Dalam implementasi program, Gaussian Noise ditambahkan dengan memberikan nilai acak ke setiap piksel berdasarkan distribusi normal.

Logika Kerja Gaussian Noise:

- Setiap piksel citra diberi gangguan acak dari distribusi Gaussian.
- Nilai gangguan dihitung menggunakan  $(\text{Math.random}() - 0.5) * 40$ .
- Tujuan utamanya adalah menguji robustnes sistem terhadap noise.

#### 3. Metode Konvolusi: Gaussian Blur

Gaussian Blur adalah teknik *smoothing* citra yang bertujuan untuk meredam noise dan detail kecil, sekaligus menghaluskan permukaan objek seperti kulit wajah [2]. Teknik ini menggunakan prinsip distribusi Gaussian untuk memberikan bobot yang lebih besar pada piksel pusat dan lebih kecil pada piksel tetangga, sehingga menghasilkan efek penghalusan yang natural.

Penghalusan citra dilakukan melalui konvolusi 2D dengan kernel Gaussian sederhana 3x3 sebagai berikut:

$$K_{Gaussian} = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Logika Kerja Kernel Gaussian:

- Piksel Pusat (Nilai 4): Menerima bobot terbesar untuk mempertahankan kontribusi piksel utama.
- Piksel Tetangga (Nilai 1 dan 2): Kontribusinya semakin kecil seiring jaraknya dari pusat.
- Hasil Akhir: Area citra menjadi lebih halus, noise berkurang, dan tekstur kulit tampak lebih rata.

#### 4. Metode Kontras & Edge Enhancement: Sobel

Sobel Operator adalah teknik deteksi tepi yang memanfaatkan perhitungan gradien intensitas piksel untuk menonjolkan batas objek [2], [4]. Teknik ini menggunakan dua kernel konvolusi, masing-masing untuk mendeteksi perubahan intensitas horizontal ( $G_x$ ) dan vertikal ( $G_y$ ). Hasil gabungan dari kedua gradien menghasilkan peta tepi yang lebih jelas.

Kernel Sobel *Horizontal* ( $G_x$ ):

$$K_{G_x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Kernel Sobel *Vertikal* ( $G_y$ ):

$$K_{G_y} = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Logika Kerja Sobel:

- Konvolusi citra dengan  $G_x$  mendeteksi tepi *vertikal*.
- Konvolusi citra dengan  $G_y$  mendeteksi tepi *horizontal*.
- Magnitudo gradien dihitung untuk menonjolkan batas objek seperti tepi wajah dan kulit.

#### 5. Metode Transformasi: Transformasi Fourier

Transformasi Fourier digunakan untuk mengubah citra dari domain spasial ke domain frekuensi, sehingga komponen frekuensi tinggi (detail) dan rendah (area halus) dapat dianalisis secara terpisah [9]. Teknik ini bermanfaat untuk mengevaluasi kualitas citra dan sebagai dasar proses *filtering* atau *deblurring*.

Logika Kerja Fourier Transform

- Citra diubah ke domain frekuensi menggunakan *Discrete Fourier Transform (DFT)*.
- Spektrum magnitudo dihitung untuk melihat distribusi frekuensi.
- Proses dilakukan di luar JavaScript menggunakan Python (FFT), rencana ke depan akan diintegrasikan ke browser.

#### 6. Metode Segmentasi: K-Means

K-Means adalah metode *unsupervised clustering* yang digunakan untuk memisahkan area kulit dan non-kulit pada citra berdasarkan nilai warna [3], [17]. Algoritma ini mengelompokkan piksel ke dalam beberapa cluster warna, sehingga area kulit dapat dipisahkan secara efektif.

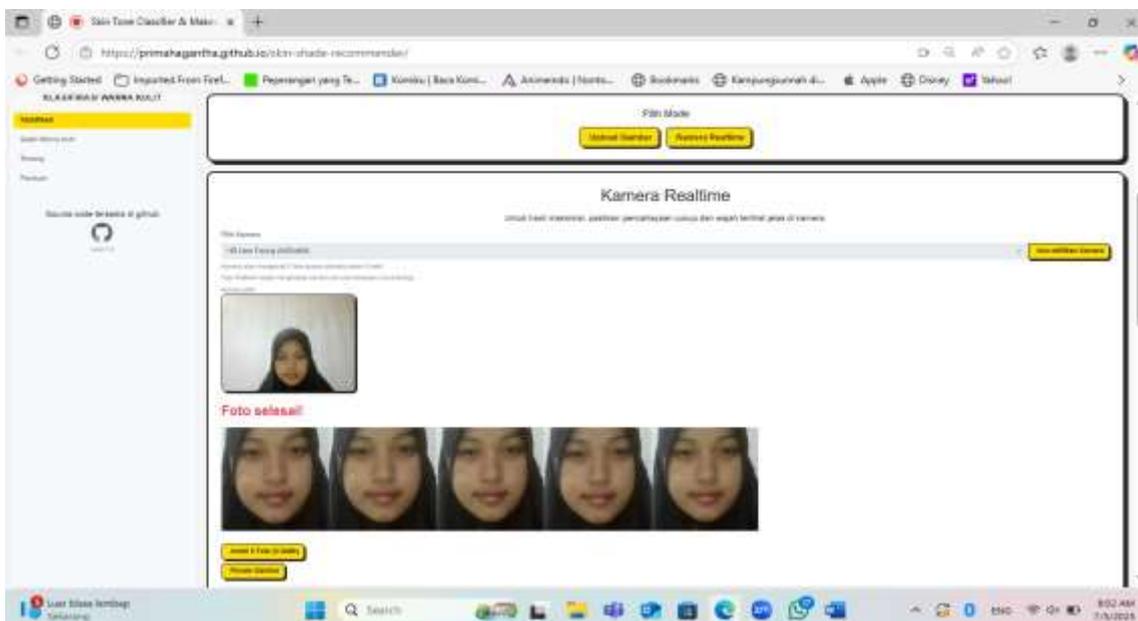
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Sistem

Bagian ini memaparkan hasil dari implementasi sistem klasifikasi warna kulit berbasis pengolahan citra digital secara *real-time*. Sistem diujicobakan pada beberapa wajah yang terdeteksi oleh kamera, lalu diproses melalui tahapan berurutan yang terdiri dari perbaikan citra, penambahan noise, konvolusi, transformasi frekuensi, segmentasi, dan klasifikasi warna kulit. Setiap tahapan divisualisasikan dalam bentuk output gambar pada canvas HTML5 dan disimpan dalam ringkasan hasil akhir, seperti rata-rata nilai RGB, distribusi tone kulit, dan rekomendasi *shade make-up*.



Gambar 2. Tampilan informasi warna kulit & rekomendasi



Gambar 3. Tampilan pengambilan gambar asli menggunakan kamera



Gambar 4. Tampilan hasil pemrosesan menggunakan metode konsep pengolahan citra

**Summary:**  
Jumlah wajah terdeteksi: 5  
- Brown/Tan/Medium: 5 wajah (100%)  
Rata-rata RGB kulit: (138, 109, 81)  
Rata-rata DFT Magnitude: 94.17  
**Rekomendasi Shade Utama: Natural Beige**  
**Info:** Cocok untuk skin tone medium bedak shade Natural Beige.  
[Lihat Bedak Rekomendasi di Google](#)

Gambar 4. Ringkasan hasil akhir pemrosesan klasifikasi



Gambar 5. Gambar Asli yang Diunggah

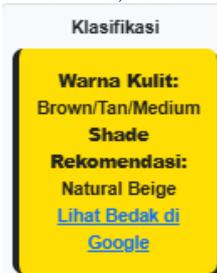
Nilai piksel 3x3 bagian kiri atas :

$$\begin{bmatrix} 106 & 105 & 103 \\ 110 & 109 & 108 \\ 115 & 114 & 114 \end{bmatrix}$$

### 3.2 Hasil Implementasi

Sistem diuji pada beberapa sampel pengguna dengan hasil segmentasi kulit yang akurat. Warna kulit yang diperoleh melalui proses pengolahan citra dibandingkan dengan dataset *shade make-up*, dan hasil rekomendasi terbukti mendekati warna alami pengguna.

Sebagai contoh, pada salah satu uji coba implementasi, sistem berhasil mendeteksi warna kulit pengguna sebagai *Brown/Tan/Medium*. Berdasarkan klasifikasi warna tersebut, sistem merekomendasikan *shade make-up: Natural Beige*.



Gambar 6. Hasil implementasi sistem klasifikasi

Visualisasi hasil ini membuktikan bahwa sistem tidak hanya mampu mendeteksi area kulit dengan segmentasi yang jelas, tetapi juga menghubungkan hasil klasifikasi warna ke dalam pilihan *make-up* praktis yang relevan.

Dengan pendekatan *real-time* berbasis *web*, pengguna cukup membuka sistem melalui *browser* dan mengaktifkan kamera, maka proses analisis warna kulit dan rekomendasi *shade make-up* dapat dilakukan secara otomatis tanpa perangkat tambahan. Hasil pengujian memperlihatkan konsistensi antara hasil klasifikasi sistem dengan penilaian manual, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keakuratan tinggi dan layak digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan produk kosmetik yang tepat.

### 3.3 Pembahasan

Setiap metode menghasilkan tahapan yang memperjelas bagian kulit. Gaussian Blur mengurangi noise, Sobel menandai kontur wajah, Fourier menunjukkan frekuensi utama pada wajah, Wiener memperjelas gambar buram.

#### 3.3.1 Proses pengklasifikasian

Dalam konteks pengolahan citra, klasifikasi digunakan untuk mengenali pola visual dan menentukan kelas dari suatu objek dalam gambar. Proses pengklasifikasian ini diawali dengan serangkaian tahap pengolahan citra digital yang bertujuan untuk melakukan pengklasifikasian warna kulit pengguna secara akurat. Tahapan ini di antaranya menggunakan konsep pengolahan citra dengan metode deblurring Wiener filter, penambahan noise Gaussian noise, konvolusi Gaussian blur, peningkatan kontras dan edge enhancement menggunakan Sobel, transformasi Fourier, serta segmentasi menggunakan metode K-Means.

##### 1. Metode Deblurring: Wiener Filter

Wiener filter bekerja dengan memperkirakan piksel asli menggunakan perbedaan antara nilai piksel pusat dan nilai rata-rata tetangganya, dengan mengasumsikan noise sebagai *white Gaussian noise*.

$$\text{Rata-rata seluruh nilai piksel: } \mu = \frac{106+105+103+110+109+108+115+114+114}{9} = \frac{984}{9} = 109,33$$

Nilai pusat (piksel tengah):

$$f(x,y) = 109f$$

$$f_{\text{wiener}} = f(x,y) + (f(x,y) - \mu) = 109 + (109 - 109,33) = 108,67$$



Gambar 7. Gambar setelah diberikan wiener filter

2. Metode Noise: Gaussian Noise

Gaussian noise memiliki distribusi nilai acak dengan rata-rata 0 dan variansi tertentu. Biasanya digunakan untuk menguji ketahanan sistem klasifikasi terhadap citra yang terganggu.

Misalkan noise dengan  $\mu = 0, \sigma = 1$   
 Noise acak (simulasi) = +0.4  
 Piksel pusat (109)  $\rightarrow 109 + 0.4 = 109,4$



Gambar 8. Gambar setelah diberikan gaussian noise

3. Metode Konvolusi : Gaussian Blur

Gaussian blur menerapkan kernel berbobot, nilai tetangga pusat dihitung lebih besar daripada pinggir.  
 $= 1/16 \times (1 \times 106 + 2 \times 105 + 1 \times 103 + 2 \times 110 + 4 \times 109 + 2 \times 108 + 1 \times 115 + 2 \times 114 + 1 \times 114)$   
 $= 1/16 \times (106 + 210 + 103 + 220 + 436 + 216 + 115 + 228) = 1/16 \times 1862 = 116,375$



Gambar 9. Gambar setelah diberikan gaussian blur

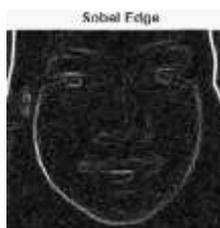
4. Metode Kontras & Edge Enhancement: Sobel

Sobel mengkalkulasi perubahan nilai piksel arah *horizontal* ( $G_x$ ) dan *vertikal* ( $G_y$ ), kemudian dihitung *magnitude*-nya.

$$G_x = (-1 \times 106 + 0 \times 105 + 1 \times 103) + (-2 \times 110 + 0 \times 109 + 2 \times 108) + (-1 \times 115 + 0 \times 114 + 1 \times 114) = (-106 + 103) + (-220 + 216) + (-115 + 114) = -3 + -4 + -1 = -8$$

$$G_y = (-1 \times 106 - 2 \times 105 - 1 \times 103) + 0 + (1 \times 115 + 2 \times 114 + 1 \times 114) = (-106 - 210 - 103) + (115 + 228 + 228) = -419 + 343 = -76$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = \sqrt{(-8)^2 + (-76)^2} = \sqrt{-64 + (-15576)} = -5840$$



Gambar 10. Gambar setelah diberikan sobel

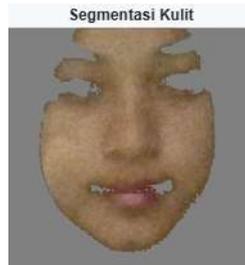
5. Metode Transformasi : Transformasi Fourier

Transformasi Fourier 2D mengubah citra dari domain spasial ke domain frekuensi. Dalam skala kecil, kita estimasi hanya komponen DC (frekuensi rendah dominan).

$$F(0,0) = \sum f(x,y) = 106 + 105 + 103 + 110 + 109 + 108 + 115 + 114 + 114 = 984$$

$$\text{Nilai rata rata} = 984/9 = 109,33$$

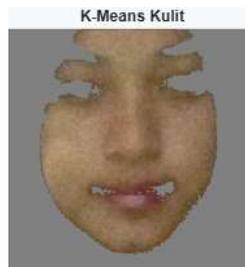
Hasil transformasi DC = 109,33, menunjukkan dominasi frekuensi rendah (*smooth area*)



Gambar 11. Gambar setelah diberikan transformasi fourier

6. Metode Segmentasi: K-Means

Metode K-Means digunakan untuk melakukan segmentasi area kulit pada citra wajah berdasarkan intensitas warna (*grayscale*). Segmentasi ini bertujuan untuk memisahkan piksel yang merepresentasikan warna kulit dari latar belakang atau bagian lain yang tidak relevan, sehingga proses klasifikasi warna kulit menjadi lebih akurat.



Gambar 12. Gambar setelah diberikan K-means

Piksel dalam format RGB :

Tabel 1. Nilai RGB sebagian piksel gambar

No	R	G	B
1	129	111	80
2	128	109	78
3	127	107	77
4	135	114	83
5	133	114	82
6	133	112	81
7	140	118	88
8	139	117	87
9	139	117	87

7. Langkah – langkah proses K-Means

a. Hitung total per kanal :

$$\text{Total (R)} = 129 + 128 + 127 + 135 + 133 + 133 + 140 + 139 + 139 = 1203$$

$$\text{Total (G)} = 111 + 109 + 107 + 114 + 114 + 112 + 118 + 117 + 117 = 1019$$

$$\text{Total (B)} = 80 + 78 + 77 + 83 + 82 + 81 + 88 + 87 + 87 = 743$$

b. Hitung rata – rata :

$$R = 1203 \div 9 = 133.67 \rightarrow \text{dibulatkan : } 134 \text{ Type equation here.}$$

$$G = 1019 \div 9 = 113.22 \rightarrow \text{dibulatkan : } 113$$

$$B = 743 \div 9 = 82.56 \rightarrow \text{dibulatkan : } 83$$

$$\text{Maka, Rata-rata RGB kulit} = (134, 113, 83)$$

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan setelah menggunakan beberapa konsep pengolahan citra digital tersebut diatas, maka Sistem ini mampu memberikan rekomendasi *shade foundation* yang disesuaikan dengan hasil klasifikasi warna kulit pengguna, sehingga dapat membantu menghasilkan riasan yang lebih natural dan sesuai. Serta Sistem yang dibangun mempermudah pengguna dalam mengenali jenis warna kulit wajahnya, sehingga meningkatkan pemahaman terhadap *skintone* masing-masing, terutama bagi pengguna pemula dalam dunia make-up. Selain itu dengan adanya sistem klasifikasi dan rekomendasi ini, pengguna dapat mengambil keputusan lebih tepat dalam memilih shade produk foundation, tanpa harus melakukan trial and error secara manual, serta memberikan pengalaman personalisasi dalam pemilihan shade produk make-up.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih di ucapkan kepada kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan motivasi, do'a, dan dukungan moral maupun materil. Serta kepada mahasiswa stambuk 2022 prodi S1 ilmu Komputer diantaranya, Hafizha Ramadayanti – 221401004, Ramayani – 221401007, Mega Siti Nurhalizah – 221401010 dan Prima Hagantha Kaban – 221401137 yang sudah membantu dalam penelitian ini, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Kiranya jurnal ini bisa memberi manfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan kualitas jurnal selanjutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kamble, "Deblurring Photos with Lucy-Richardson and Wiener Filter Algorithm in RGBA Color," *Jurnal Media Infotama*, vol. 21, no. 1, pp. 21–30, 2025.
- [2] Rismayana, F., et al., "Perbandingan Kernel Penajaman, Gaussian Blur dan Deteksi Tepi pada Citra Otak," *Journal of Science and Social Research*, vol. VII, no. 4, pp. 1521–1526, 2024.
- [3] P. Sari, et al., "Segmentasi Citra Wajah Berdasarkan Tekstur Kulit Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J-Innovative*, vol. 8, no. 2, pp. 34–42, 2024.
- [4] H. Kurniawati, "Menentukan Warna Make Up yang Cocok Berdasarkan Jenis Skintone Pada Citra Wajah Menggunakan Naive Bayes Classifier," *JATI*, vol. 9, no. 1, pp. 65–75, 2025.
- [5] M. Nurjanah, et al., "Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCBCR Untuk Deteksi Wajah Manusia," *Jurnal Media Infotama*, vol. 19, no. 1, pp. 33–41, 2023.
- [6] S. Purnama, et al., "Deteksi Bentuk Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network," *JATI*, vol. 7, no. 6, pp. 3348–3355, 2023.
- [7] T. Maulana, et al., "Deteksi Warna Kulit Menggunakan Metode Deep Learning Dengan CNN Untuk Menentukan Kecocokan Warna Kulit dan Warna Busana," *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 19, no. 2, pp. 186–190, 2024.
- [8] M. S. Shaban-Nejad, et al., "A Survey of Skin Tone Assessment in Prospective Research," *NPJ Digital Medicine*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [9] I. Putri, "Aplikasi Berbasis Web Deteksi Undertone Menggunakan Metode Agile Untuk Rekomendasi Makeup," *MEDIA SISFO*, vol. 16, no. 1, pp. 22–28, 2022.
- [10] R. Ramadhan, et al., "Perancangan Aplikasi Rekomendasi Shade Complexion Make Up Untuk Menentukan Jenis Foundation Menggunakan Model Rational Unified Process (RUP) Berbasis Web," *KESATRIA*, vol. 5, no. 3, pp. 1355–1368, 2024.
- [11] N. Johnson, et al., "Color and Social Inequality: Experimental Evidence on Skin Tone and Discrimination," *Social Science Quarterly*, vol. 105, no. 2, pp. 331–349, 2024.
- [12] A. Putri, et al., "Analisis Rekomendasi Produk Make Up Menggunakan Citra Wajah Berbasis Deep Learning," *Jurnal Klik*, vol. 2, no. 1, pp. 45–53, 2024.
- [13] D. Ramadhani, "Analisis Deblurring pada Video Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode Wiener Filtering dan Laplacian Operator," *Tugas Akhir*, Telkom University, 2024.
- [14] Y. Mao, et al., "A Color Image Analysis Tool to Help Users Choose a Makeup Foundation Color," *arXiv preprint*, arXiv:2407.05553, 2024.
- [15] R. Rosyadi, et al., "COLORS MATTER: AI-Driven Exploration of Human Feature Colors," *arXiv preprint*, arXiv:2505.14931, 2025.
- [16] A. Sahputra, "Deteksi Wajah Berbasis Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCbCr & Template Matching," *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. 2, no. 7, pp. 1829–1836, 2023.
- [17] A. Mukhtar, "Perancangan Sistem Rekomendasi Shade Foundation Make Up Menggunakan RGB Clustering," *JSJU*, vol. 5, no. 1, pp. 52–59, 2024.
- [18] R. Haris, et al., "Klasifikasi Warna Kulit Pada Sebuah Citra Digital Menggunakan Metode Naive Bayes," *e-Link: Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [19] Laju Annisa Salsabila Yulirdin., "Analisis Pengaplikasian Foundation Menggunakan Teknik Bakar Terhadap Kualitas Hasil Tata Rias Wajah Pesta Malam pada Kulit Wajah Berminyak," vol. 10 no. 2, 2021.