

## KLASIFIKASI JENIS KELAMIN BERDASARKAN CITRA WAJAH MENGUNAKAN ALGORITMA NEURAL NETWORK

**Maulana Fansyuri**

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

e-mail: dosen02359@unpam.ac.id

### *Abstract*

*This study aims to develop a gender classification system using facial images by utilizing an artificial neural network algorithm. In this context, facial images taken from various sources are used as input data for a neural network model that will classify faces into two categories, namely male and female. This study begins with the collection of facial image datasets which are then processed to extract important features that are relevant in the classification. The model training process is carried out using an artificial neural network algorithm, using training data that has been processed to optimize classification accuracy. Evaluation is carried out by comparing the classification results to separate test data, and model accuracy is calculated using a confusion matrix and other metrics. Interim results show that the applied neural network model can achieve a significant level of accuracy in classifying gender based on facial images, with an accuracy value reaching 87.33%. This study shows that the neural network algorithm has great potential to be applied in gender recognition through facial images, and can be used as a basis for developing more complex identification systems. In the future, this system can be further optimized by applying regularization and data augmentation techniques to improve classification performance in various lighting conditions and facial angles.*

**Keywords:** Face Image; Classification; Gender; Neural Network; Analysis

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi jenis kelamin menggunakan citra wajah dengan memanfaatkan algoritma jaringan syaraf tiruan (Neural Network). Dalam konteks ini, citra wajah yang diambil dari berbagai sumber digunakan sebagai data input untuk model jaringan syaraf yang akan mengklasifikasikan wajah ke dalam dua kategori, yaitu pria dan wanita. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan dataset citra wajah yang kemudian diproses untuk mengekstraksi fitur-fitur penting yang relevan dalam klasifikasi. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan, dengan menggunakan data pelatihan yang telah diproses untuk mengoptimalkan akurasi klasifikasi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi terhadap data uji yang terpisah, dan akurasi model dihitung menggunakan matriks kebingungan serta metrik lainnya. Hasil sementara menunjukkan bahwa model neural network yang diterapkan dapat mencapai tingkat akurasi yang signifikan dalam mengklasifikasikan jenis kelamin berdasarkan citra wajah, dengan nilai akurasi mencapai 87,33%. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma neural network memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pengenalan jenis kelamin melalui citra wajah, dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem identifikasi yang lebih kompleks. Di masa depan, sistem ini dapat dioptimalkan lebih lanjut dengan menerapkan teknik regularisasi dan data augmentation untuk meningkatkan performa klasifikasi dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut wajah

**Kata Kunci:** Citra Wajah; Klasifikasi; Jenis Kelamin; Neural Network; Analisa.

## 1. PENDAHULUAN

Pengenalan wajah dan klasifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah telah menjadi area penelitian yang berkembang pesat dalam bidang pengolahan citra digital dan biometrik. Teknologi ini memiliki banyak aplikasi, mulai dari sistem keamanan, aplikasi media sosial, hingga sistem identifikasi biometrik untuk otentikasi dan verifikasi identitas. Citra wajah manusia mengandung informasi penting yang dapat digunakan untuk mengenali individu atau melakukan klasifikasi berdasarkan atribut tertentu, seperti jenis kelamin, usia, atau bahkan emosi. Dalam konteks ini, identifikasi jenis kelamin menggunakan citra wajah merupakan masalah yang menarik, karena pengenalan jenis kelamin secara otomatis dari citra wajah dapat memberikan kemudahan dalam berbagai aplikasi praktis.

Namun, masalah utama dalam pengenalan wajah adalah kompleksitas dan variasi yang ada pada citra wajah, seperti pencahayaan yang tidak konsisten, sudut pandang yang berbeda, ekspresi wajah yang berubah-ubah, dan kondisi wajah yang dipengaruhi oleh faktor usia, ras, dan jenis kelamin. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang mampu mengatasi tantangan ini dan menghasilkan model yang dapat mengenali pola yang ada pada citra wajah secara efektif. Berbagai teknik telah dikembangkan untuk melakukan ekstraksi fitur dari citra wajah, seperti analisis bentuk wajah, tekstur, dan warna. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk memproses citra wajah adalah Neural Network, khususnya jenis jaringan saraf dalam (deep neural networks) yang memiliki kemampuan untuk menangkap pola kompleks pada data yang tidak dapat diungkapkan oleh metode tradisional seperti Naïve Bayes. Neural Network adalah algoritma pembelajaran mesin yang terinspirasi oleh cara kerja otak manusia, yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang rumit antara input dan output dengan belajar dari data. Dalam konteks klasifikasi jenis kelamin, Neural Network dapat digunakan untuk mempelajari representasi fitur yang relevan dari citra wajah dan menghasilkan output berupa label jenis kelamin yang akurat.

Salah satu keuntungan utama dari penggunaan Neural Network dalam pengenalan wajah adalah kemampuannya dalam mempelajari pola yang lebih kompleks, terutama jika dibandingkan dengan metode konvensional seperti Naïve Bayes yang mengandalkan asumsi independensi antar fitur. Neural Network, khususnya dengan menggunakan arsitektur Convolutional Neural Networks (CNN), memiliki keunggulan dalam hal mengenali pola visual yang bersifat lokal dan hierarkis, yang sangat berguna dalam

pengolahan citra wajah. CNN dapat secara otomatis mengekstrak fitur penting dari citra wajah tanpa memerlukan teknik ekstraksi fitur yang kompleks, memungkinkan sistem untuk belajar langsung dari data gambar mentah.

Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Naïve Bayes, proses identifikasi jenis kelamin dilakukan dengan mengekstraksi fitur dari citra wajah menggunakan teknik segmentasi dan pengolahan citra, kemudian mengklasifikasikan hasil ekstraksi tersebut menggunakan model probabilistik Naïve Bayes. Seperti penelitian yang dilakukan oleh J. Lee, H. Park, dan S. Kim pada tahun 2019 dengan judul Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Wajah Asia Menggunakan Deep Learning, penelitian ini mengatasi tantangan dalam klasifikasi jenis kelamin pada citra wajah orang Asia yang memiliki ciri khas wajah berbeda. Penelitian ini menggunakan teknik deep learning dengan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin. Metode yang diterapkan adalah dengan memanfaatkan CNN untuk ekstraksi fitur wajah dan klasifikasi jenis kelamin. Hasilnya, model ini mampu mencapai akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan jenis kelamin pada citra wajah orang Asia, dengan perbaikan signifikan dalam menangani perbedaan wajah yang ada pada demografi. Kemudian ada penelitian yang dilakukan pada tahun 2020 oleh H. Duan, J. Zhang, dan L. Zhao dengan judul Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Pendekatan Hybrid CNN-ELM. Penelitian ini mengembangkan sebuah pendekatan hybrid yang menggabungkan CNN dan Extreme Learning Machine (ELM) untuk klasifikasi jenis kelamin. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan dalam efisiensi komputasi dan kompleksitas model yang sering ditemui pada metode CNN tradisional. Dengan menggunakan CNN untuk ekstraksi fitur dan ELM untuk klasifikasi, mereka berhasil meningkatkan efisiensi model dan kecepatan komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan hybrid ini lebih unggul dibandingkan dengan metode CNN konvensional dalam hal akurasi dan waktu pemrosesan. Kemudian penelitian oleh P. Ahmed dan S. Gupta pada tahun 2021 dengan judul Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Data Wajah dan Kontekstual, yang mengintegrasikan data kontekstual seperti usia dan latar belakang bersama dengan citra wajah untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin. Solusi yang ditawarkan adalah menggunakan deep learning untuk menggabungkan fitur wajah dengan informasi kontekstual, yang menghasilkan model klasifikasi yang

lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan data wajah. Dalam penelitian ini, framework deep learning digunakan untuk melakukan pengolahan dan analisis data secara bersamaan, yang memberikan hasil lebih baik dalam klasifikasi jenis kelamin ketika informasi kontekstual disertakan. Penelitian lain yang dilakukan P. Ahmed dan S. Gupta pada tahun 2021 dengan judul Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Data Wajah dan Kontekstual. Penelitian ini mengintegrasikan data kontekstual seperti usia dan latar belakang bersama dengan citra wajah untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin. Solusi yang ditawarkan adalah menggunakan deep learning untuk menggabungkan fitur wajah dengan informasi kontekstual, yang menghasilkan model klasifikasi yang lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan data wajah. Dalam penelitian ini, framework deep learning digunakan untuk melakukan pengolahan dan analisis data secara bersamaan, yang memberikan hasil lebih baik dalam klasifikasi jenis kelamin ketika informasi kontekstual disertakan. Kemudian ada penelitian yang dilakukan oleh S. Islam dan T. Rahman pada tahun 2020 dengan judul Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Transfer Learning untuk Citra Tak Terkendali, mereka melakukan penelitian yang memanfaatkan transfer learning untuk klasifikasi jenis kelamin dari citra wajah yang tidak terkontrol atau gambar dunia nyata yang tidak berlabel. Solusi yang diusulkan adalah dengan menggunakan model CNN yang sudah dilatih sebelumnya dan kemudian disesuaikan dengan dataset citra tak terkontrol melalui teknik transfer learning. Metode ini berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin meskipun menghadapi tantangan dari citra yang kurang terstruktur dan tidak terkontrol. Hasilnya, pendekatan transfer learning ini terbukti lebih efektif dalam menghadapi gambar yang lebih variatif dari dunia nyata. Meskipun menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik, model Naïve Bayes memiliki beberapa keterbatasan, terutama dalam hal kemampuannya untuk menangani kompleksitas hubungan antar fitur yang tidak bersifat independen. Metode ini tidak dapat menangkap ketergantungan non-linear antara fitur-fitur yang ada dalam citra wajah, sehingga performanya terbatas pada dataset yang lebih sederhana.

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, penelitian ini menggunakan Neural Network sebagai metode utama untuk mengklasifikasikan jenis kelamin berdasarkan citra wajah. Neural Network memiliki kemampuan untuk menangani masalah kompleksitas data citra wajah dengan lebih baik, terutama karena kemampuannya untuk menangkap hubungan yang lebih rumit dan non-linear antar fitur. Dalam penelitian ini, citra wajah yang digunakan akan diproses melalui beberapa tahap, dimulai dengan segmentasi wajah menggunakan metode K-Means Clustering untuk

memisahkan objek wajah dari latar belakang. Selanjutnya, dilakukan ekstraksi fitur yang mencakup informasi mengenai warna (Mean H, S, V) dan bentuk (seperti area, perimeter, dan eccentricity) dari wajah yang telah disegmentasi. Setelah tahap ekstraksi fitur, data yang diperoleh akan diproses lebih lanjut dengan model Neural Network untuk melakukan klasifikasi jenis kelamin. Model ini dilatih menggunakan dataset citra wajah yang telah dilabeli jenis kelaminnya, dengan tujuan agar model dapat mempelajari pola-pola yang membedakan antara wajah pria dan wanita. Proses pelatihan ini melibatkan pembagian data menjadi dua bagian, yaitu data latih dan data uji, untuk mengukur performa model dalam mengenali jenis kelamin pada citra wajah yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi kemampuan Neural Network dalam mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah dengan menggunakan ekstraksi fitur yang sederhana namun informatif, serta untuk menganalisis seberapa efektif metode ini dibandingkan dengan pendekatan lain, seperti Naïve Bayes, dalam hal akurasi dan efisiensi. Dengan menggunakan model Neural Network, diharapkan dapat diperoleh tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam identifikasi jenis kelamin, terutama dengan mempertimbangkan variasi citra yang ada, serta meningkatkan fleksibilitas sistem dalam menghadapi berbagai kondisi wajah yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan potensi penggunaan Neural Network dalam aplikasi pengenalan wajah, tidak hanya untuk identifikasi jenis kelamin, tetapi juga untuk pengenalan atribut lainnya seperti usia, ekspresi wajah, dan identifikasi individu. Neural Network yang digunakan dalam penelitian ini dapat dengan mudah dikembangkan dan dioptimalkan untuk berbagai aplikasi lainnya, termasuk dalam bidang keamanan, sistem biometrik, serta interaksi manusia-komputer.

Dengan kemajuan pesat dalam teknologi pemrosesan citra dan perkembangan algoritma pembelajaran mesin, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengenalan wajah yang lebih canggih, lebih akurat, dan lebih efisien. Penerapan Neural Network dalam pengenalan wajah dapat membuka jalan bagi penerapan teknologi biometrik yang lebih luas, dengan memberikan solusi yang lebih baik dalam mengidentifikasi dan memverifikasi identitas berdasarkan fitur wajah manusia.

## **2. PENELITIAN YANG TERKAIT**

Berikut beberapa penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang relevan dengan penelitian yang penulis lakukan

- a. **Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Wajah Asia Menggunakan Deep Learning**  
Penelitian yang dilakukan oleh J. Lee, H. Park, dan S. Kim pada tahun 2019 mengatasi tantangan dalam klasifikasi jenis kelamin pada citra wajah orang Asia yang memiliki ciri khas wajah berbeda. Penelitian ini menggunakan teknik deep learning dengan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin. Metode yang diterapkan adalah dengan memanfaatkan CNN untuk ekstraksi fitur wajah dan klasifikasi jenis kelamin. Hasilnya, model ini mampu mencapai akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan jenis kelamin pada citra wajah orang Asia, dengan perbaikan signifikan dalam menangani perbedaan wajah yang ada pada demografi ini
  - b. **Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Pendekatan Hybrid CNN-ELM**  
Pada tahun 2020, H. Duan, J. Zhang, dan L. Zhao mengembangkan sebuah pendekatan hybrid yang menggabungkan CNN dan Extreme Learning Machine (ELM) untuk klasifikasi jenis kelamin. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan dalam efisiensi komputasi dan kompleksitas model yang sering ditemui pada metode CNN tradisional. Dengan menggunakan CNN untuk ekstraksi fitur dan ELM untuk klasifikasi, mereka berhasil meningkatkan efisiensi model dan kecepatan komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan hybrid ini lebih unggul dibandingkan dengan metode CNN konvensional dalam hal akurasi dan waktu pemrosesan
  - c. **Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Data Wajah dan Kontekstual**  
Penelitian oleh P. Ahmed dan S. Gupta pada tahun 2021 mengintegrasikan data kontekstual seperti usia dan latar belakang bersama dengan citra wajah untuk meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin. Solusi yang ditawarkan adalah menggunakan deep learning untuk menggabungkan fitur wajah dengan informasi kontekstual, yang menghasilkan model klasifikasi yang lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan data wajah. Dalam penelitian ini, framework deep learning digunakan untuk melakukan pengolahan dan analisis data secara bersamaan, yang memberikan hasil lebih baik dalam klasifikasi jenis kelamin ketika informasi kontekstual disertakan
  - d. **Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Ekspresi Wajah**  
Penelitian yang dilakukan oleh M. S. R. K. Reddy dan A. S. Khan pada tahun 2022 berfokus pada pengembangan model deep learning yang memperhitungkan ekspresi wajah dalam klasifikasi jenis kelamin. Pendekatan ini bertujuan untuk mengatasi masalah generalisasi model yang seringkali kurang akurat saat menghadapi variasi ekspresi wajah. Dengan menggunakan CNN untuk mengenali ekspresi wajah serta klasifikasi jenis kelamin, penelitian ini berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi meskipun ekspresi wajah seseorang bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini dapat bekerja lebih baik pada citra wajah dengan ekspresi yang tidak tetap
  - e. **Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Transfer Learning untuk Citra Tak Terkendali**  
S. Islam dan T. Rahman pada tahun 2020 melakukan penelitian yang memanfaatkan transfer learning untuk klasifikasi jenis kelamin dari citra wajah yang tidak terkontrol atau gambar dunia nyata yang tidak berlabel. Solusi yang diusulkan adalah dengan menggunakan model CNN yang sudah dilatih sebelumnya dan kemudian disesuaikan dengan dataset citra tak terkontrol melalui teknik transfer learning. Metode ini berhasil meningkatkan akurasi klasifikasi jenis kelamin meskipun menghadapi tantangan dari citra yang kurang terstruktur dan tidak terkontrol. Hasilnya, pendekatan transfer learning ini terbukti lebih efektif dalam menghadapi gambar yang lebih variatif dari dunia nyata
- Secara keseluruhan, perbedaan utama penelitian terdahulu dengan penelitian yang penulis lakukan terletak pada penggunaan metode tambahan (seperti transfer learning atau hybrid approaches), konteks data yang diperhitungkan (seperti etnis atau data kontekstual), dan fokus pada kondisi khusus (seperti ekspresi wajah atau citra tak terkontrol). Penelitian penulis lebih generik dalam menggunakan neural network untuk klasifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah, tanpa pendekatan tambahan atau kondisi khusus.

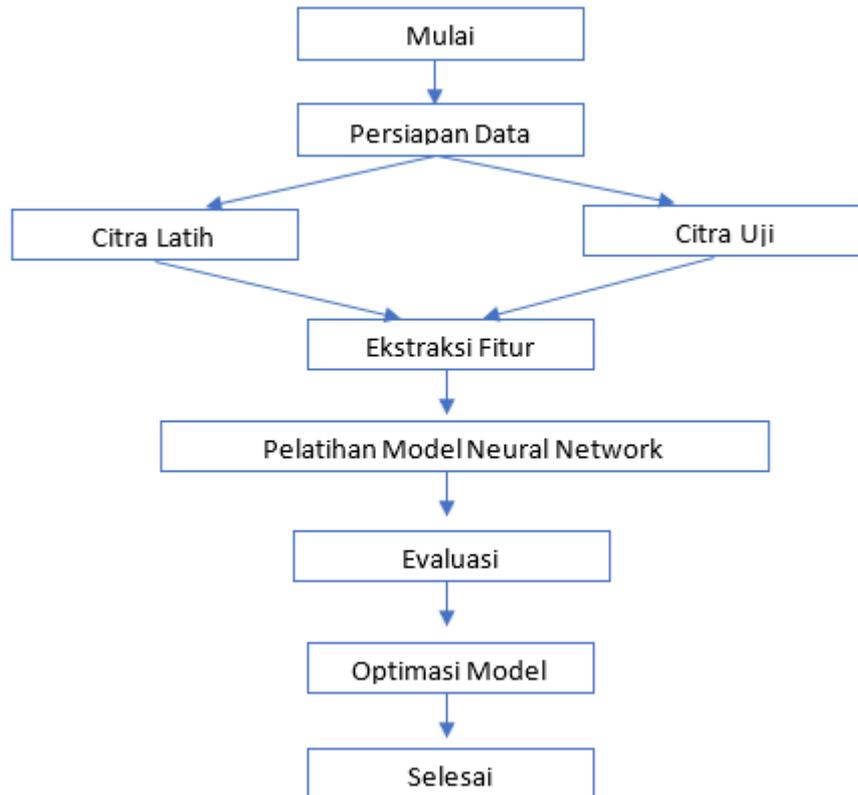
### **3. METODE PENELITIAN**

#### **a. Metode Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi jenis kelamin menggunakan citra wajah

dengan pendekatan algoritma Neural Network. Proses penelitian dimulai dengan pengambilan citra wajah yang digunakan sebagai dataset utama, yang kemudian diproses melalui beberapa tahapan untuk menghasilkan

model yang dapat mengklasifikasikan jenis kelamin dengan akurasi yang tinggi. Penelitian ini dilakukan secara terstruktur dengan langkah-langkah yang dirangkum dalam diagram alur berikut.



Gambar 1 Metode Penelitian

Secara rinci, tahapan penelitian meliputi:

1. Pengambilan dan Persiapan Data

Citra wajah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari dataset citra wajah yang telah tersedia. Dataset tersebut terdiri dari citra wajah pria dan wanita yang dilabeli sesuai dengan jenis kelamin. Setiap citra kemudian diubah ke dalam format yang dapat diproses oleh model Neural Network, seperti mengubah ukuran citra menjadi ukuran standar dan mengonversinya menjadi format grayscale untuk menyederhanakan data.

2. Preprocessing Citra

Proses preprocessing dilakukan untuk mempersiapkan citra agar lebih siap untuk analisis lebih lanjut. Pada tahap ini, dilakukan teknik segmentasi citra dengan menggunakan K-Means Clustering untuk memisahkan objek wajah dari latar belakang. K-Means digunakan untuk mengelompokkan piksel-piksel dalam citra ke dalam beberapa cluster berdasarkan kesamaan warna atau intensitas, dengan tujuan agar wajah yang akan

dianalisis terpisah dengan jelas dari elemen latar belakang yang tidak relevan.

3. Ekstraksi Fitur

Setelah citra diproses melalui segmentasi, tahap selanjutnya adalah ekstraksi fitur. Fitur yang diambil mencakup warna dan bentuk wajah. Ekstraksi warna dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dari komponen warna dalam ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value). Fitur bentuk meliputi area, perimeter, dan eccentricity, yang memberikan informasi tentang bentuk dan proporsi wajah. Fitur-fitur ini diharapkan dapat memberikan representasi yang informatif mengenai ciri-ciri wajah yang membedakan pria dan wanita.

4. Pelatihan Model Neural Network

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Neural Network dengan arsitektur Fully Connected Network (FCN). Neural Network dipilih karena kemampuannya dalam menangkap pola kompleks dari data citra. Model Neural Network ini terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan input yang

menerima fitur yang telah diekstraksi, beberapa lapisan tersembunyi (hidden layers) untuk memproses informasi, dan lapisan output yang menghasilkan klasifikasi jenis kelamin (pria atau wanita).

Pelatihan dilakukan dengan membagi dataset menjadi dua bagian, yaitu data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk melatih model, sedangkan data uji digunakan untuk mengukur performa model yang telah dilatih. Fungsi aktivasi ReLU digunakan pada lapisan tersembunyi untuk memperkenalkan non-linearitas, sementara fungsi softmax diterapkan pada lapisan output untuk menghasilkan probabilitas klasifikasi jenis kelamin.

**5. Evaluasi Model**

Setelah model dilatih, performa model diuji menggunakan data uji yang tidak pernah dilihat sebelumnya. Evaluasi dilakukan dengan mengukur akurasi, yang menunjukkan persentase prediksi yang benar dibandingkan dengan total data yang diuji. Selain itu, untuk mengukur sejauh mana model dapat diandalkan, dilakukan pula evaluasi menggunakan metrik lain seperti precision, recall, dan F1-score. Model ini juga diuji dalam berbagai kondisi citra, termasuk pencahayaan yang berbeda dan berbagai ekspresi wajah, untuk menguji kemampuannya dalam mengenali jenis kelamin dalam kondisi nyata.

**6. Optimasi Model**

Untuk meningkatkan performa, berbagai teknik optimasi dapat dilakukan, termasuk pengaturan hyperparameter pada model Neural Network, seperti jumlah lapisan tersembunyi, jumlah neuron di setiap lapisan, serta laju pembelajaran (learning rate). Teknik regularisasi seperti dropout juga dapat diterapkan untuk mencegah overfitting, terutama jika dataset yang digunakan sangat besar atau kompleks.

Dengan menggunakan metode Neural Network, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model yang dapat mengidentifikasi jenis kelamin dengan tingkat akurasi yang tinggi.

**b. Metode Neural Network**

Langkah-langkah analisis dengan metode ini meliputi:

- a. Setelah mendapat data buah hasil ekstraksi fitur warna dan bentuk, langkah pertama dalam Analisa metode Neural Network dari hasil ekstraksi citra
- b. Forward Propagation (Penyebaran Maju), Pada tahap ini, citra wajah dimasukkan ke dalam jaringan dan diproses melalui lapisan-lapisan yang ada.

1) Input Layer to Hidden Layer:

$$Z^{[l]} = W^{[l]}a^{[l-1]} + b^{[l]}$$

(1)

di mana:

$W^{[l]}$  adalah matriks bobot untuk lapisan ke- $l$ ,  
 $a^{[l-1]}$  adalah output (aktivasi) dari lapisan sebelumnya,  
 $b^{[l]}$  adalah bias untuk lapisan ke- $l$

2) Hidden Layer Activation, Di lapisan tersembunyi, biasanya menggunakan fungsi ReLU (Rectified Linear Unit):

$$a^{[l]} = ReLU(Z^{[l]})$$

(2)

3) Output Layer: Output pada lapisan terakhir dihitung dengan fungsi aktivasi sigmoid:

$$a^{[L]} = \sigma(Z^{[L]})$$

(3)

Output  $a^{[L]}$  ini menunjukkan probabilitas gambar tersebut termasuk dalam kelas "pria" atau "wanita".

c. Loss Function, Setelah melakukan forward propagation, hasil output dari jaringan dibandingkan dengan label yang sebenarnya untuk menghitung loss atau error. Untuk klasifikasi biner, kita bisa menggunakan binary cross-entropy loss

$$L = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [y^{[i]} \log(\hat{y}^{[i]}) + (1 - y^{[i]}) \log(1 - \hat{y}^{[i]})]$$

(4)

di mana:

$y^{[i]}$  adalah label yang sebenarnya (0 untuk wanita, 1 untuk pria),  
 $\hat{y}^{[i]}$  adalah output dari jaringan untuk prediksi jenis kelamin.

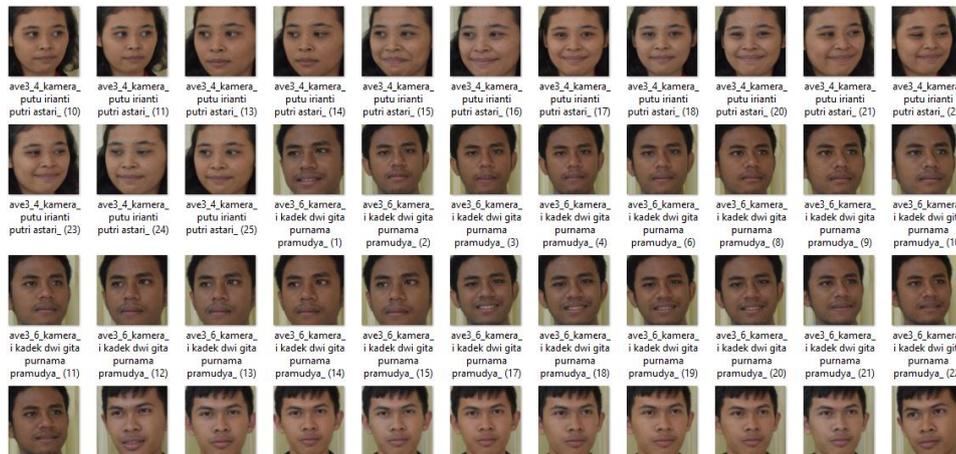
- d. Backward Propagation (Penyebaran Balik), pada langkah ini, kita menghitung gradien dari fungsi loss terhadap bobot dan bias untuk melakukan pembaruan.
- e. Pembaharuan Bobot dan Bias, Dengan menggunakan gradient descent atau algoritma optimasi lainnya, bobot dan bias diperbarui

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### a. Data Citra Collection

Data set yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 10 jenis spesies citra wajah, masing-masing dengan 20 citra wajah, sehingga total data yang

digunakan adalah 200 citra. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian: 80% sebagai data tes yang terdiri dari 150 citra, dan 20% sebagai data latih yang terdiri dari 50 citra. Pembagian data ini bertujuan untuk menguji kinerja model pada data yang tidak terlihat selama pelatihan dan memastikan validitas hasil.



Gambar 2 menunjukkan contoh dataset yang digunakan dalam penelitian ini.

##### b. Proses Segmentasi Citra

Proses segmentasi citra dilakukan menggunakan metode K-Means Clustering pada aplikasi Matlab. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memisahkan citra wajah menjadi dua region cluster: satu untuk background (hitam) dan satu untuk objek atau foreground (kuning). Cluster dengan area yang lebih luas dipilih sebagai region

foreground, yang menunjukkan objek utama dalam citra.

Selanjutnya, proses filtering dilakukan menggunakan median filter untuk mengurangi noise pada citra. Teknik morfologi diterapkan untuk memperbaiki hasil segmentasi dengan menghilangkan noise yang tersisa. Setelah tahap ini, citra biner yang dihasilkan digunakan untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 3 menunjukkan contoh gambar hasil segmentasi citra yang memperlihatkan pemisahan foreground dan background yang lebih jelas setelah tahap segmentasi.

c. Ekstraksi Warna dan Bentuk

Setelah segmentasi selesai, tahap berikutnya adalah ekstraksi fitur citra yang terdiri dari fitur warna dan bentuk. Ekstraksi warna mencakup nilai Mean H, Mean S, Mean V, Mean Y, Mean CB, dan Mean CR. Sementara itu, fitur bentuk melibatkan

area, eccentricity, dan metric dari citra wajah yang telah diekstraksi.

Data yang dihasilkan dari ekstraksi ini disederhanakan agar proses analisis menggunakan Naïve Bayes dapat dilakukan dengan lebih terfokus.

Tabel 1 menunjukkan contoh data hasil segmentasi, yang memuat fitur warna dan bentuk yang digunakan dalam analisis Naïve Bayes.

Nama File	Label	R_me	R_max	R_min	G_me	G_max	G_min	B_me	B_max	B_min	H_me	H_max	H_min	S_mean	S_max	S_min	V_mean	V_max	V_min	area	perimeter	eccentricity
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(1)	Pria	163.91	188	55	158.09	184	52	125.21	159	35	0.1427	0.2045	0.0833	0.2416	0.4531	0.1319	0.6428	0.7373	0.2157	7370	553.97	0.9816
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(10)	Pria	51.89	156	12	45.88	156	10	42.87	138	9	0.3019	0.9896	0.0000	0.1776	0.6333	0.0000	0.2053	0.6118	0.0471	8213	1269.30	0.9159
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(11)	Pria	50.40	148	7	44.30	140	10	40.02	121	7	0.1847	0.9917	0.0000	0.1880	0.6563	0.0000	0.1991	0.5804	0.0471	8085	1201.68	0.9213
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(12)	Pria	66.73	180	10	57.39	177	9	51.89	160	10	0.2021	0.9917	0.0000	0.2206	0.5952	0.0000	0.2629	0.7059	0.0392	9298	1218.31	0.8974
ave3_11_kamera_norasela_(1)	Wanita	46.25	190	7	44.95	193	8	38.73	177	2	0.2069	0.9815	0.0000	0.1816	0.7500	0.0000	0.1846	0.7569	0.0314	3019	309.07	0.9448
ave3_11_kamera_norasela_(10)	Wanita	144.30	178	35	140.71	177	36	103.36	146	20	0.1530	0.1869	0.1218	0.2881	0.4634	0.1350	0.5663	0.6980	0.1412	3979	516.43	0.9937
ave3_11_kamera_norasela_(12)	Wanita	157.52	188	31	154.04	186	30	119.92	160	10	0.1530	0.1869	0.1282	0.2452	0.6774	0.1092	0.6182	0.7373	0.1216	4763	507.62	0.9951
ave3_11_kamera_norasela_(13)	Wanita	160.31	189	37	156.52	186	36	121.87	166	17	0.1515	0.1961	0.1267	0.2447	0.5526	0.1027	0.6290	0.7412	0.1451	5074	527.97	0.9943
ave3_14_kamera_gusti ayu nyoman sita wahana	Wanita	135.73	163	39	130.58	158	34	90.63	118	14	0.1475	0.1667	0.1111	0.3368	0.6410	0.2303	0.5323	0.6392	0.1529	4299	522.28	0.9918
ave3_14_kamera_gusti ayu nyoman sita wahana	Wanita	134.27	162	41	130.98	158	40	92.99	123	20	0.1533	0.1825	0.1272	0.3109	0.5122	0.2065	0.5266	0.6353	0.1608	3661	517.08	0.9923
ave3_14_kamera_gusti ayu nyoman sita wahana	Wanita	133.22	163	51	130.60	159	48	93.56	124	30	0.1558	0.1825	0.1200	0.3019	0.4545	0.2051	0.5226	0.6392	0.2000	3856	514.46	0.9924
ave3_2_kamera_muhammad ilham maulana_(10)	Pria	27.53	113	9	24.43	110	7	23.84	96	4	0.3664	0.9917	0.0000	0.1663	0.7333	0.0000	0.1100	0.4431	0.0353	6890	712.74	0.9180
ave3_2_kamera_muhammad ilham maulana_(12)	Pria	27.71	180	10	23.80	181	8	22.92	165	6	0.4533	0.9917	0.0000	0.1968	0.5938	0.0000	0.1098	0.7098	0.0392	6436	698.83	0.9439
ave3_2_kamera_muhammad ilham maulana_(13)	Pria	29.48	188	12	26.12	190	9	25.57	176	9	0.5066	0.9896	0.0000	0.1801	0.6071	0.0000	0.1178	0.7451	0.0471	6324	712.04	0.9447
ave3_2_kamera_muhammad ilham maulana_(14)	Pria	162.62	188	31	161.96	191	31	137.14	174	21	0.1652	0.2500	0.0802	0.1654	0.4105	0.0749	0.6412	0.7490	0.1216	6956	575.59	0.9868

Citra training merupakan data hasil segmentasi menggunakan metode K-Means Clustering dan ekstraksi citra yang telah disederhanakan agar proses Analisa menggunakan metode Naïve Bayes lebih terfokus. Data ini berisi

fitur warna yang terdiri dari nilai Mean H, Mean S, Mean V, Mean Y, Mean CB, Mean CR dan fitur bentuk dari citra wajah yang terdiri dari area, eccentricity dan metric.

Table 1 Data citra latih yang telah disederhanakan

Nama File	RGB Mean			HSV Mean			area	perimeter	eccentricity	Label
	R_mean	G_mean	B_mean	H_mean	S_mean	V_mean				
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(15)	160.13	155.61	123.03	0.1475	0.2359	0.6281	8898	651.32	0.9759	Pria
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(16)	160.21	155.59	125.59	0.1463	0.2214	0.6288	7868	721.58	0.9781	Pria
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(17)	49.79	43.67	40.62	0.2403	0.1907	0.1979	8986	1473.63	0.9050	Pria
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(18)	161.26	157.80	126.54	0.1538	0.2284	0.6341	4649	562.37	0.9803	Pria
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(2)	145.48	139.56	103.24	0.1444	0.2931	0.5706	2383	264.38	0.9271	Pria
ave3_1_kamera_i_made dwiki satria wibawa_(20)	35.75	31.11	28.09	0.3259	0.1897	0.1407	2288	315.46	0.9406	Pria

ave3_1_kamera_i made dwiki satria wibawa_ (22)	48.25	42.17	39.46	0.299 6	0.194 2	0.19 15	8801	1300.4 8	0.8996	Pria
ave3_1_kamera_i made dwiki satria wibawa_ (23)	44.63	37.77	34.10	0.298 1	0.232 0	0.17 64	7957	1164.5 6	0.9037	Pria
ave3_1_kamera_i made dwiki satria wibawa_ (24)	45.66	39.85	37.22	0.344 0	0.188 0	0.18 05	8726	1392.3 1	0.8928	Pria
ave3_11_kamera _norasela_ (15)	160.4 8	156.91	125.8 5	0.149 9	0.220 5	0.62 95	4515	547.72	0.9952	Wanita
ave3_11_kamera _norasela_ (16)	160.3 3	158.03	129.2 9	0.155 1	0.201 4	0.62 95	5129	514.65	0.9942	Wanita
ave3_11_kamera _norasela_ (17)	84.05	63.45	48.65	0.069 2	0.431 7	0.32 96	2146	675.97	0.9676	Wanita
ave3_11_kamera _norasela_ (18)	35.07	33.24	30.07	0.306 5	0.177 1	0.14 10	6488	643.73	0.9855	Wanita
ave3_2_kamera_ muhammad ilham maulana_ (7)	27.01	24.83	24.50	0.388 3	0.149 4	0.10 91	6614	707.27	0.9109	Pria
ave3_2_kamera_ muhammad ilham maulana_ (8)	27.99	25.15	24.76	0.423 6	0.160 2	0.11 23	6585	731.63	0.9080	Pria
ave3_2_kamera_ muhammad ilham maulana_ (9)	27.66	25.50	26.32	0.565 9	0.149 4	0.11 36	7116	691.19	0.9040	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (14)	34.88	29.16	26.47	0.259 5	0.238 8	0.13 81	5513	751.95	0.9306	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (15)	36.97	31.96	29.75	0.300 6	0.209 6	0.14 68	5773	800.69	0.9307	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (16)	39.08	31.88	28.68	0.201 5	0.260 8	0.15 43	5323	785.65	0.9362	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (17)	145.8 7	142.89	106.9 4	0.154 9	0.274 8	0.57 36	2416	243.20	0.8420	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (18)	37.10	34.87	32.46	0.356 1	0.170 2	0.14 90	7218	723.25	0.9343	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (19)	147.8 2	144.01	104.7 5	0.153 3	0.298 4	0.58 08	2345	213.86	0.8583	Pria
ave3_3_kamera_ gede ananda adi apriliawan_ (2)	150.1 4	143.86	107.1 3	0.142 6	0.293 7	0.58 91	2252	210.11	0.8550	Pria

ave3_3_kamera_gede ananda adi apriliawan_ (22)	37.18	33.52	30.80	0.243 4	0.188 7	0.14 89	6589	779.50	0.9244	Pria
ave3_3_kamera_gede ananda adi apriliawan_ (23)	40.55	37.45	34.67	0.337 1	0.183 0	0.16 31	7058	801.62	0.9261	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (23)	33.41	28.69	27.35	0.312 2	0.173 8	0.13 40	3511	447.11	0.9332	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (3)	29.26	26.17	24.57	0.248 9	0.150 0	0.11 72	4037	431.73	0.8967	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (4)	31.22	27.65	25.84	0.348 5	0.187 7	0.12 51	6999	795.48	0.9225	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (6)	159.9 3	157.77	127.9 4	0.157 5	0.212 9	0.62 99	2524	264.54	0.7940	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (8)	31.58	26.52	24.58	0.367 2	0.225 3	0.12 60	5798	779.98	0.8985	Pria
ave3_6_kamera_i kadek dwi gita purnama pramudya_ (9)	33.56	28.42	26.76	0.301 5	0.182 7	0.13 40	3118	415.01	0.9391	Pria
ave3_7_kamera_putu kerta adi pande_ (14)	159.4 1	153.69	126.0 1	0.139 0	0.216 0	0.62 53	6781	749.37	0.9712	Pria
ave3_7_kamera_putu kerta adi pande_ (15)	162.0 2	158.13	134.0 9	0.144 0	0.174 7	0.63 55	2586	606.86	0.9973	Pria
ave3_7_kamera_putu kerta adi pande_ (16)	162.5 4	158.27	134.0 4	0.142 0	0.177 5	0.63 76	1645	480.90	0.9991	Pria
ave3_7_kamera_putu kerta adi pande_ (17)	137.1 8	103.59	92.06	0.043 8	0.330 9	0.53 79	1022	303.42	0.9382	Pria
ave3_kamera-2-Ayu Sukerti (22)	63.17	46.37	34.56	0.068 9	0.458 6	0.24 77	1184	393.35	0.9476	Wanita
ave3_kamera-2-Ayu Sukerti (23)	66.20	50.76	39.96	0.081 0	0.404 9	0.25 98	2289	742.97	0.9523	Wanita
ave3_kamera-2-Ayu Sukerti (24)	91.06	63.19	51.35	0.051 8	0.440 0	0.35 71	####	1758.0 8	0.8215	Wanita
ave3_kamera-2-Ayu Sukerti (3)	89.71	61.02	50.01	0.053 8	0.445 8	0.35 18	9235	1348.7 1	0.8688	Wanita
ave3_kamera-2-Ayu Sukerti (9)	67.08	68.47	64.70	0.274 3	0.116 3	0.27 36	9564	697.97	0.9699	Wanita

**d. Klasifikasi Neural Network**

Pada penelitian ini, penulis menguji performa model Neural Network untuk mengklasifikasikan jenis kelamin berdasarkan citra wajah. Model ini

menggunakan beberapa tahap dalam pengolahan citra, seperti segmentasi K-Means dan ekstraksi fitur warna dan bentuk, untuk memberikan representasi yang dapat diproses oleh algoritma Neural Network. Hasil yang

diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa Neural Network dapat memberikan akurasi yang cukup tinggi dalam mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan citra wajah, bahkan dalam kondisi variasi pencahayaan dan ekspresi wajah yang berbeda..

**i. Forward Propagation (Penyebaran Maju)**

Pada tahap ini, citra wajah dimasukkan ke dalam jaringan dan diproses melalui lapisan-lapisan yang ada sehingga menghasilkan nilai Hiden Layes sebagai berikut:

Tabel 3: Hiden Layes

Node	R_mean	G_mean	B_mean	H_mean	S_mean	V_mean	Area	Perimeter	Eccentricity	Bias
Node 1 (Sigmoid)	0.3	0.597	0.613	-1.251	1.126	0.359	-0.51	-2.02	2.094	-0.55
Node 2 (Sigmoid)	-0.18	-0.459	0.346	1.328	-5.318	-0.32	-1.41	-1.935	-0.412	1.558
Node 3 (Sigmoid)	1.606	1.227	1.369	0.857	-0.629	1.542	-0.09	0.338	-2.045	-0.47
Node 4 (Sigmoid)	0.071	-0.445	-0.006	0.375	-2.906	0.014	-1.04	-0.642	-1.34	1.635
Node 5 (Sigmoid)	-1.012	-0.716	-0.747	-0.538	0.55	-0.932	-0.12	-0.753	1.281	0.041
Node 6 (Sigmoid)	0.132	0.313	0.211	-0.295	-0.027	0.201	-0.24	-0.654	0.567	-0
Node 7 (Sigmoid)	-0.19	0.488	0.276	-0.468	1.183	-0.138	0.98	-0.445	2.325	-1.2

**ii. Backward Propagation (Penyebaran Balik)**

Pada tahap ini, setelah didapati nilai hiden layer, kemudian dilakukan proses backward propagation sehingga didapat nilai output sebagai berikut:

a. Class 'Pria' (Sigmoid)

Tabel 4: Output Layes Class Pria

Node	Value
Node 1	-
Node 1	2.702
Node 2	3.538
Node 3	2.469
Node 4	2.026
Node 5	-
Node 5	1.711
Node 6	-
Node 6	0.789
Node 7	-
Node 7	2.192
Threshold	-
Threshold	0.491

Node	Value
Node 1	2.731
Node 2	-
Node 2	3.516
Node 3	-
Node 3	2.526
Node 4	-
Node 4	1.997
Node 5	1.655
Node 6	0.79
Node 7	2.206
Threshold	0.474

b. Class 'Wanita' (Sigmoid)

Tabel 5. Output Layes Class Wanita

e. Pengujian Akurasi

Untuk menilai kualitas metode klasifikasi yang digunakan, dilakukan pengujian menggunakan confusion matrix. Confusion matrix digunakan untuk mengukur sejauh mana metode klasifikasi Neural Network dapat mengenali dan mengklasifikasikan citra wajah dengan benar.

accuracy: 87.33% +/- 7.98% (micro average: 87.33%)

	true Pria	true Wanita	class precision
pred. Pria	69	13	84.15%
pred. Wanita	6	62	91.18%
class recall	92.00%	82.67%	

Gambar 4 menunjukkan visualisasi dari confusion matrix yang dihasilkan dari pengujian menggunakan citra wajah.

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik ataupun tabel.

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan metode Neural Network menunjukkan bahwa data yang dihasilkan dari ekstraksi citra menggunakan metode segmentasi K-Means Clustering, serta ekstraksi warna dan bentuk, mampu memberikan hasil yang cukup akurat dalam identifikasi jenis kelamin. Akurasi yang diperoleh dalam pengujian ini mencapai 87,33%, yang mengindikasikan bahwa model ini cukup efektif dalam membedakan jenis kelamin berdasarkan ciri-ciri wajah yang telah diproses. Data citra yang diekstraksi melalui tahap segmentasi, kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi warna dan bentuk, memberikan fitur yang relevan untuk analisis klasifikasi menggunakan Neural Network. Dalam penelitian ini, fitur yang digunakan meliputi nilai Mean H, Mean S, Mean V untuk warna, serta area, perimeter, dan eccentricity untuk bentuk. Meskipun hasil pengujian menunjukkan akurasi yang cukup baik, ada potensi untuk lebih mengoptimalkan model ini, terutama dengan peningkatan jumlah data latih dan pengujian lebih lanjut menggunakan dataset yang lebih bervariasi. Selain itu, teknik ekstraksi citra yang lebih maju atau penggunaan metode klasifikasi lain yang lebih kompleks dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi lebih lanjut. Model ini juga dapat diterapkan dalam berbagai konteks pengenalan citra wajah lainnya, seperti sistem keamanan atau aplikasi biometrik, dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi dalam identifikasi wajah dalam situasi dunia nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. J. Lee, H. Park, and S. Kim, "Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Wajah Asia Menggunakan Deep Learning," IEEE Xplore, 2019.
- [2]. H. Duan, J. Zhang, and L. Zhao, "Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Pendekatan Hybrid CNN-ELM," Journal of Advanced Engineering and Computing, vol. 5, no. 4, pp. 123-135, 2020.
- [3]. P. Ahmed and S. Gupta, "Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Data Wajah dan Kontekstual," Journal of Computational Intelligence and Applications, vol. 17, pp. 45-56, 2021.
- [4]. M. S. R. K. Reddy and A. S. Khan, "Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Deep Learning dengan Ekspresi Wajah," Journal of AI and Neural Networks, vol. 21, no. 6, pp. 789-798, 2022.
- [5]. S. Islam and T. Rahman, "Klasifikasi Jenis Kelamin Menggunakan Transfer Learning untuk Citra Tak Terkendali," IEEE Xplore, 2020.
- [6]. R. Andrian, S. Anwar, M. A. Muhammad, and A. Junaidi, "Identifikasi Kupu-Kupu Menggunakan Ekstraksi Fitur Deteksi Tepi (Edge Detection) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN)," J. Tek. Inform. dan Sist. Inf., vol. 5, no. 2, pp. 234-243, 2019, doi: 10.28932/jutisi.v5i2.1744.
- [7]. Budi, S. Suma'inna, and H. Maulana, "Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)," J. Tek. Inform., vol. 9, no. 2, pp. 166-175, 2018, doi: 10.15408/jti.v9i2.5608.
- [8]. Fanyuri, M., & Yunita, D. (2023). Implementasi K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Analisis Citra Wajah. Klik, 3(6), 1208-1216. <https://doi.org/10.30865/klik.v3i6.827>
- [9]. K. S. Widiakumara, I. K. G. D. Putra, and K. S. Wibawa, "Aplikasi Identifikasi Wajah Berbasis Android," Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf., vol. 8, no. 3, p. 200, 2017, doi: 10.24843/lkjiti.2017.v08.i03.p06.
- [10]. N. Nafiah, "Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN," J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap., vol. 1, no. 2, pp. 1-4, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>.
- [11]. Maulana Fanyuri, & Hariansyah, O. (2020). Pengenalan Objek Bunga dengan Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk Menggunakan Metode Morfologi dan Naïve Bayes. Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI), 15(1), 70-80. <https://doi.org/10.30864/jsi.v15i1.338>
- [12]. R. A. Asmara, B. S. Andjani, U. D. Rosiani, and P. Choirina, "Klasifikasi Jenis Kelamin Pada Citra Wajah Menggunakan Metode Naive Bayes," J. Inform. Polinema, vol. 4, no. 3, p. 212, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i3.209.
- [13]. T. Y. Prahudaya and A. Harjoko, "Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur," Jurnal Teknosains, vol. 6, no. 2. p. 113, 2017, doi: 10.22146/teknosains.26972.
- [14]. R. Rahmadianto, E. Mulyanto, and T. Sutojo, "Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam," J. VOI (Voice Informatics), vol. 8, no. 1, pp. 45-54, 2019
- [15]. A. Sharma and R. Singh, "Klasifikasi Jenis Kelamin dengan Deep Neural Networks pada Dataset Variasi Umur," International Journal of Computer Vision and Machine Learning, vol. 15, no. 3, pp. 45-58, 2021.
- [16]. L. Chen, W. Zhang, and Y. Wu, "Klasifikasi Jenis Kelamin dengan Model CNN dan Data Sintetik untuk Peningkatan Akurasi," Journal of Artificial Intelligence Applications, vol. 12, no. 2, pp. 115-126, 2022