

# IMPLEMENTASI KLASIFIKASI JENIS KELAMIN MENGGUNAKAN ALGORITMA KNN OPTIMASI MENGGUNAKAN PSO DAN EKSTRAKSI FITUR CNN

Sofwan Alfaritsi<sup>1</sup>, Mardi Hardjianto<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informai, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>2011502321@student.budiluhur.ac.id, <sup>2\*</sup>mardi.hardjianto@budiluhur.ac.id  
(\* : corresponding author)

**Abstrak**-Penelitian ini berfokus pada peningkatan akurasi dan efisiensi dalam sistem klasifikasi jenis kelamin menggunakan teknologi pengenalan wajah, yang merupakan elemen penting dalam berbagai bidang seperti interaksi manusia-komputer, keamanan, biometrik, dan kesehatan. Sistem pengenalan wajah otomatis telah mengalami perkembangan yang pesat, memungkinkan identifikasi jenis kelamin yang lebih cepat dan lebih akurat dengan bantuan perangkat seperti kamera digital dan webcam. Namun tantangan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem klasifikasi jenis kelamin. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini memanfaatkan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* yang dioptimalkan menggunakan *Particle Swarm Optimization (PSO)*, serta teknik ekstraksi fitur melalui *Convolutional Neural Network (CNN)*. KNN digunakan untuk proses pengenalan wajah, PSO untuk optimasi parameter, dan CNN berfungsi dalam ekstraksi fitur mendalam yang penting dalam meningkatkan performa sistem. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem identifikasi jenis kelamin yang lebih akurat dan efisien, dengan hasil akhir menunjukkan akurasi sebesar 96%. Kinerja sistem sangat bergantung pada kualitas dataset atau gambar yang digunakan, serta dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti sudut kamera, posisi wajah, dan kondisi pencahayaan. Penelitian ini juga mempertimbangkan variabilitas individu, termasuk ekspresi wajah dan usia, yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi pengenalan wajah dengan menawarkan solusi yang lebih akurat dan efisien dalam klasifikasi jenis kelamin.

**Kata Kunci:** KNN, *Particle Swarm Optimization*, *Convolutional Neural Network*, *Citra Digital*, *Identifikasi Jenis Kelamin*

## IMPLEMENTATION OF GENDER CLASSIFICATION USING KNN ALGORITHM OPTIMIZATION USING PSO AND CNN FEATURE EXTRACTION

**Abstract**-This research focuses on improving accuracy and efficiency in gender classification systems through facial recognition, which is a crucial element in various fields such as human-computer interaction, security, biometrics, and healthcare. Automatic facial recognition systems have seen significant advancements, enabling faster and more accurate gender identification using devices like digital cameras and webcams. The main challenge in this research is how to enhance the accuracy and efficiency of gender classification systems. To address this challenge, the study employs the *K-Nearest Neighbor (KNN)* algorithm optimized with *Particle Swarm Optimization (PSO)*, along with feature extraction using *Convolutional Neural Network (CNN)*. KNN is used for facial recognition, PSO assists in parameter optimization, and CNN plays a role in deep feature extraction, which is crucial for improving system performance. The goal of this research is to develop a more accurate and efficient gender identification system, with results showing an accuracy of 96%. The system's performance heavily depends on the quality of the dataset or images used, as well as factors such as camera angle, facial position, and lighting conditions. Additionally, this research considers individual variability, including facial expressions and age, which can affect classification outcomes. Overall, this study makes a significant contribution to the development of facial recognition technology by offering a more accurate and efficient solution for gender classification.

**Keywords:** KNN, *Particle Swarm Optimization*, *Convolutional Neural Network*, *Citra Digital*, *Identifikasi Jenis Kelamin*

## 1. PENDAHULUAN

Tiap makhluk hidup mempunyai jenis kelamin, yaitu pria dan wanita. Informasi jenis kelamin sangat penting karena merupakan bagian dalam pengenalan seseorang. Kebanyakan wajah wanita mempunyai karakteristik yang berlainan dengan pria.

Bagian wajah terdiri dari banyak atribut dasar seperti bentuk wajah, alis, mata, mulut, hidung, tekstur kulit, aksesoris, termasuk model rambut. Misalnya, pria memiliki wajah yang lebih tegas, serta wanita memiliki rambut yang lebih panjang, dan lain sebagainya [1].

Berbagai bidang seperti interaksi manusia komputer, keamanan dan pengawasan, biometrik, kesehatan yang memerlukan informasi jenis kelamin. Sistem klasifikasi jenis kelamin menggunakan identifikasi wajah menjadi salah satu inovasi untuk menganalisa proses pengenalan jenis kelamin. Pada sistem ini kamera digital atau webcam digunakan sebagai media untuk scanning wajah. [2]

Dalam penelitian sebelumnya berjudul Penerapan Algoritma CNN Untuk Mengenali Jenis Kelamin Yang Berinteraksi Pada Video Advertising[3]. Pada penelitian ini peneliti menggunakan algoritma CNN untuk menentukan jenis kelamin berdasarkan citra digital dengan jumlah citra untuk masing-masing kategori terdiri dari 1117 citra laki-laki dan 1134 citra Perempuan.

Dalam penelitian ini upaya untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem klasifikasi jenis kelamin di penelitian ini mengikutsertakan langkah – langkah seperti impelemntasi algoritma KNN untuk pengenalan wajah, optimasi parameter menggunakan *Particle swarm optimization* (PSO), dan ekstrasi ciri wajah menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN).

Algoritma KNN yang digunakan dan dengan dioptimalkan menggunakan PSO diharapkan dapat memberikan hasil identifikasi wajah yang lebih akurat [4] sementara ekstrasi fitur menggunakan CNN akan meningkatkan kedalaman analisis lebih dari itu, dengan penekanan.

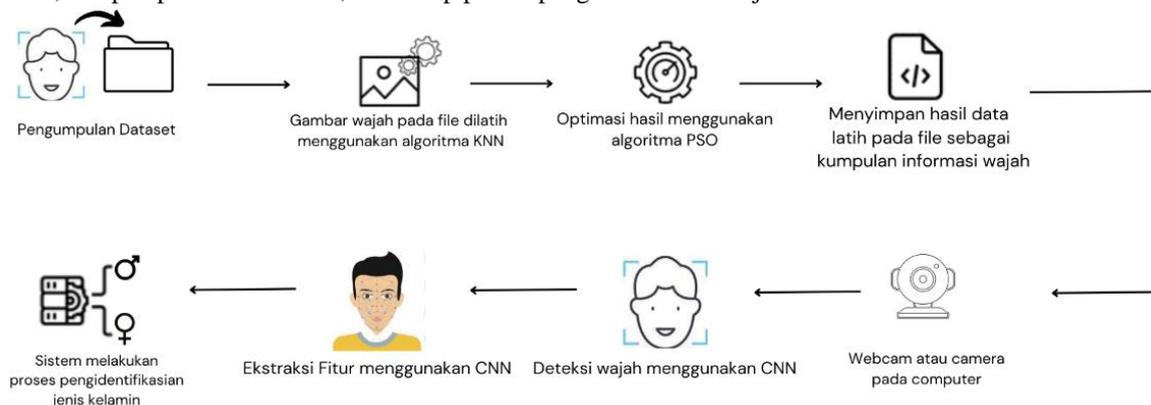
Pada identifikasi jenis kelamin, solusi ini bermanfaat untuk dapat mengatasi beberapa tantangan yang dihadapi dalam sistem pengenalan jenis kelamin sebelumnya termasuk risiko kesalahan dalam klasifikasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem identifikasi jenis kelamin yang lebih akurat dan efisien.

Hasil pengujian sangat bergantung pada kualitas dataset atau gambar yang digunakan, serta factor-faktor seperti sudut kamera, posisi wajah, dan pencahayaan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi identifikasi wajah dengan memberikan Solusi yang lebih akurat dan efisien untuk klasifikasi jenis kelamin.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Penerapan Metode

Proses deteksi wajah memerlukan sebuah metode. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network* yang melakukan deteksi berdasarkan ekstraksi fitur bentuk, menggunakan CNN untuk menjadi descriptor yang mewakili sebuah objek. Proses pengenalan wajah dilakukan menggunakan KNN, yang berfungsi mengasah data menjadi sebuah *file* data yang terdiri dari data wajah, untuk penerapan dalam pengenalan wajah. Proses pengenalan wajah melibatkan beberapa tahapan metode yaitu tahapan pengumpulan *dataset*, tahapan pelatihan *dataset*, dan tahap proses pengidentifikasian jenis kelamin.



Gambar 1. Penerapan Metode

Gambar 1. Menunjukkan alur sistem yang diawali dengan proses pengumpulan dataset. *Dataset* diambil dari hasil pengambilan gambar pada mahasiswa Universitas Budi Luhur menggunakan kamera dan webcam pada *computer*. Setiap data gambar selanjutnya direncanakan memasuki tahap pelatihan dataset, kemudian pada tahap ini *dataset* yang sudah dilatih selanjutnya dioptimasi menggunakan PSO agar mendapat hasil yang lebih baik dan kemudian *dataset* yang sudah dilatih dilanjutkan disimpan sebagai kumpulan informasi wajah. Pada tahap selanjutnya dilakukan proses deteksi wajah yang menggunakan kamera atau *webcam* pada *computer* dengan algoritma CNN kemudian ketika wajah terdeteksi akan di ekstraksi fitur menggunakan algoritma yang sama yaitu CNN, selanjutnya menjalankan sistem untuk kemudian melakukan proses pengidentifikasian jenis kelamin.

## 2.2 Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN)

Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) merupakan teknik klasifikasi yang digunakan untuk menentukan kategori suatu objek berdasarkan kesamaannya dengan objek lain yang telah dikategorikan sebelumnya berdasarkan mayoritas label kelas pada K-NN.

Pada prinsipnya, algoritma KNN memiliki Kumpulan sampel data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang digunakan sebagai data pelatihan dan telah diberikan label pada masing-masing data. Sementara itu, data sekunder adalah data baru yang diharapkan menjadi sebuah data pengujian. Dari kedua jenis data ini, klasifikasi atau pengelompokan dilakukan berdasarkan kesamaan data sekunder dengan data primer yang telah dilabeli selama proses pelatihan [5].

Untuk menentukan jarak terdekat atau terjauh, diperlukan perhitungan jarak antara dua titik dalam ruang fitur (dalam konteks KNN). Salah satu cara untuk mengukur jarak terdekat adalah menggunakan metrik jarak, seperti *Euclidean distance*, *Manhattan Distance*, dan *Minkowski*. Dalam penelitian ini, metode yang dipakai untuk menghitung jarak adalah Euclidean Distance. Sebagai contoh, untuk memperlihatkan aplikasi KNN pada citra digital, kita dapat mengambil dua citra abu-abu A dan B dengan ukuran 3x3. Dengan menggunakan rumus *Euclidean distance* seperti yang diperlihatkan pada persamaan (1), (2):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 7 \\ 9 & 10 & 9 \\ 10 & 10 & 10 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Menggunakan persamaan maka data dijabarkan perhitungan untuk mencari jarak antara citra A dengan citra B adalah sebagai berikut:

$$D = \sqrt{(1-5)^2 + (2-6)^2 + (3-7)^2 + (4-9)^2 + (5-10)^2 + (6-9)^2 + (7-10)^2 + (8-10)^2 + (9-10)^2} \quad (2)$$

$$D = \sqrt{16 + 16 + 16 + 25 + 25 + 9 + 9 + 4 + 1}$$

$$D = \sqrt{121}$$

$$D = 11$$

Dengan demikian, hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak antara citra A dan citra B adalah 9. Dengan nilai jarak ini, kita dapat menerapkan algoritma KNN untuk mengklasifikasikan citra-citra yang mirip berdasarkan tetangga terdekat dalam ruang fitur.

## 2.3 *Euclidean Distance*

Euclidean distance merupakan salah satu metrik jarak yang sering digunakan pada algoritma KNN. Dalam penggunaannya, metrik ini menghitung jarak lurus antara dua titik variabel, dimana semakin kecil jaraknya, semakin dekat dan mirip kedua titik tersebut maka semakin kecil jarak antara dua titik [6].

Dalam konteks ruang dua dimensi, pengukuran jarak menggunakan *Euclidean Distance* dapat dijelaskan dengan menggunakan formula matematika yang diberikan dalam persamaan (3):

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

- $d(x, y)$  = Jarak
- $\sqrt{\quad}$  = Akar kuadrat
- $\sum_{i=1}^n$  = Sigma
- $x_i$  = Kordinat ke- $i$  data latih
- $y_i$  = Kordinat ke- $i$  data uji.
- $n$  = Jumlah kordinat
- $i$  = Data
- $n$  = Jumlah dimensi data

## 2.4 *Particle Swarm Optimization*

*Particle swarm optimization* merupakan algoritma optimasi antara lain memiliki inspirasi dari perilaku masyarakat kelompok. Dalam PSO, sejumlah partikel bergerak didalam ruang pencarian Solusi untuk menemukan nilai optimal dengan cara berkolaborasi dan menyesuaikan diri berdasarkan informasi dari partikel-partikel di

sekitarnya. Setiap partikel mewakili Solusi dalam ruang pencarian dan bergerak menuju Solusi yang lebih baik dengan memanfaatkan pengalaman pribadi serta pengalaman partikel tetangga [4].

Setiap partikel dianggap sebagai titik dalam suatu dimensi ruang tertentu, dengan dua faktor utama yang menentukan statusnya dalam ruang pencarian: posisi dan kecepatan partikel. Persamaan (4) ini menggambarkan bagaimana posisi dan kecepatan partikel berubah dalam ruang pencarian :

$$\begin{aligned} x_{i(t)} &= x_{i1(t)}, x_{i2(t)}, \dots, x_{iN(t)} \\ v_{i(t)} &= v_{i1(t)}, v_{i2(t)}, \dots, v_{iN(t)} \end{aligned} \quad (4)$$

Keterangan:

- $x$  = Posisi partikel
- $v$  = Kecepatan partikel
- $i$  = Indeks partikel
- $t$  = Iterasi ke- $t$
- $n$  = Ukuran ruang dimensi

Untuk persamaan yang menggambarkan mekanisme updating status partikel menurut Kennedy dan Eberhart pada persamaan (5):

$$v_{i(t)} = v_{i(t-1)} + c_1 r_1 (x_i^L - x_i(t-1)) + c_2 r_2 (x_i^G - x_i(t-1)) \quad (5)$$

Keterangan:

- $x_i^L$  =  $x_1^L, x_2^L, \dots, x_{iN}^L$  = *Local best* partikel ke- $i$
- $x_i^G$  =  $x_1^G, x_2^G, \dots, x_{iN}^G$  = *Global best* partikel ke- $i$  dari seluruh kawanan
- $c_1 c_2$  = Konstanta bernilai positif (*Learning Factor*)
- $r_1 r_2$  = Bilangan random (0 sampai dengan 1)
- $n$  = Ukuran ruang dimensi

Dalam konteks algoritma KNN, PSO bisa dimanfaatkan untuk mengoptimalkan parameter, seperti nilai  $K$  atau bobot dalam pengukuran jarak, guna meningkatkan kinerja algoritma. Dengan mengintegrasikan PSO ke dalam KNN, model yang dihasilkan menjadi lebih adaptif dan efisien dalam menangani data yang kompleks.

Dalam penerapan *Particle Swarm Optimization* (PSO), ada langkah-langkah ini mirip dengan perhitungan KNN biasa, namun dilengkapi dengan proses optimasi menggunakan algoritma PSO.

## 2.5 Pengenalan Wajah

Salah satu bagian penting dari pengolahan citra dan kecerdasan buatan adalah pengenalan wajah, yang menggunakan karakteristik wajah seseorang untuk mengenali dan memastikan bahwa mereka adalah peneliti yang sebenarnya. Teknologi pengenalan wajah telah berkembang pesat dan digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem keamanan dan interaksi manusia-komputer, melalui penggunaan algoritma dan model pembelajaran mesin.

Wajah dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: yang dikenali dan yang tidak dikenali. Sistem pengenalan wajah biasanya terbagi menjadi dua jenis setelah membandingkan pola yang sudah ada di database: sistem berbasis fitur dan sistem berbasis gambar. Sistem berbasis fitur mengambil fitur dari komponen wajah dan menggambarkan hubungan antar fitur secara geometris. Sistem berbasis gambar menggunakan informasi mentah dari piksel gambar, yang kemudian diproses dengan teknik tertentu untuk membedakan identitas wajah. [7].

## 2.6 Pendeteksian Wajah

Pendeteksi wajah merupakan komponen penting dalam sistem pengenalan wajah. Fungsi utamanya adalah mendeteksi dan mengidentifikasi tempat wajah berada dalam gambar atau video. Algoritma deteksi wajah memungkinkan sistem untuk mempersempit area pencarian dan focus pada fitur-fitur wajah, menjadi tahap awal yang penting sebelum sistem dapat melakukan proses pengenalan wajah lebih lanjut.

Operasi pengidentifikasian wajah dapat berfungsi dengan memeriksa citra yang sudah diunggah untuk mendeteksi apakah terdapat wajah atau tidak. Jika gambar tersebut mengandung wajah, maka wajah tersebut dilakukan proses pemisahan dengan memotongnya dari latar belakang gambar yang diunggah [8].

## 2.7 Algoritma Convolutional Neural Network

Salah satu metode pembelajaran mesin, *Convolutional Neural Network*, dikembangkan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) dan dimaksudkan untuk memproses data dua dimensi. Karena banyaknya penggunaan dalam data gambar dan kedalaman tingkat jaringan yang kompleks, CNN termasuk dalam kategori Deep Neural Network.

Operasi konvolusi adalah operasi linear yang digunakan. Bobot yang digunakan berbentuk empat dimensi, terdiri dari Kumpulan kernel konvolusi [9].

## 2.8 Ekstraksi Fitur

Dua lapisan utama, lapisan konvolusi dan lapisan subsampling/pooling, terlibat dalam tahap ekstraksi fitur yang ditunjukkan pada gambar. Pada tahap ini, ReLU adalah fungsi aktivasi yang digunakan. Untuk mencapai akurasi yang tinggi, banyak percobaan harus dilakukan. Selain itu, urutan lapisan tidak selalu sama. Penjelasan tentang masing-masing lapisan dan fungsi aktivasi dapat ditemukan di sini:

a. *Convolutional Layer*

Proses konvolusi menggunakan apa yang dikenal sebagai kernel. Seperti citra, kernel memiliki dimensi tinggi, lebar, dan kedalaman tertentu. Kernel ini diinisialisasi dengan nilai-nilai tertentu [9], Convolution layer merupakan hasil dari operasi perkalian antara kernel dan citra masukan. Rumus untuk fungsi konvolusi dapat dijabarkan pada persamaan (6).

$$Q_j = f \left( \sum_{i=1}^N l_{i,j} * k_{i,j} + B_j \right) \quad (6)$$

b. *Subsampling/Pooling Layer*

Langsung setelah lapisan konvolusi dalam *Convolutional Neural Network (CNN)*, subsampling atau *layer pooling* digunakan untuk mengurangi dimensi spasial dari *output* lapisan konvolusi. Disesuaikan dengan dimensi lapisan yang digunakan untuk lapisan subsampling, citra akan dipecah menjadi beberapa bagian. Max pooling, di mana nilai terbesar dari matriks citra dipilih, merupakan langkah pertama

c. *Rectifier Linear Unit (ReLU)*

ReLU, juga dikenal sebagai unit linear rectifier, adalah jenis fungsi aktivasi yang bertujuan untuk menghilangkan nilai negatif dalam gambar atau peta fitur. Cara kerja ReLU adalah dengan menggantikan nilai negatif dalam gambar atau peta fitur dengan nilai 0. Formulasi fungsi ReLU pada (7):

$$f(x) = \begin{cases} x & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases} \quad (7)$$

## 2.9 Confusion Matrix

*Confusion matrix* merupakan metode evaluasi metode kualifikasi berdasarkan akurasi hasil klasifikasi. Kualitas hasil klasifikasi dapat dipengaruhi oleh akurasi klasifikasi. Anda dapat melakukan analisis confusion matrix, confusion matrix merupakan metrik prediksi yang kemudian dibandingkan dengan kategori asli pada data masukan [10]. *Confusion matrix* merupakan salah satu perhitungan untuk menghitung nilai akurasi, presisi, *recall* dan *error rate*. *Confusion Matrix* ditampilkan pada Tabel 1.

**Table 1.** *Confusion Matrix*

Class	Positive (+)	Negative (-)
Negative (-)	False-Positive (FP)	True-Negative (TN)
Positive (+)	True-Positive (TP)	False-Negative (FN)

Hasil pengukuran (*performace* metrik) dapat diperoleh dengan melihat format matrix confusion. Akurasi pengklasifikasian dapat diperoleh dari rumus (8):

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (8)$$

Keterangan :

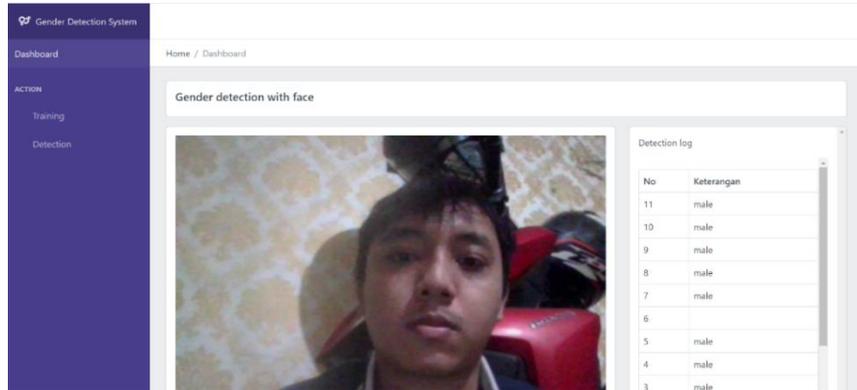
- True Positive (TP)* = data positif yang diklasifikasikan
- True Negative (TN)* = data negatif yang diklasifikasikan
- False Negative (FN)* = data negatif namun diklasifikasikan
- False Positive (FP)* = data positif namun diklasifikasikan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini melakukan uji akurasi gambar digital. Studi ini menggunakan dataset yang terdiri dari lima puluh foto laki-laki dan lima puluh foto perempuan. Dengan menggunakan *Python*, algoritma *K-Neares Neighbor (KNN)* yang digunakan untuk membuat model dari *dataset* tersebut. Percobaan dilakukan tiga kali dengan kondisi dan nilai *threshod* yang berbeda.

### 3.1 Pengujian Program Identifikasi Jenis Kelamin

Pada pengujian ini, sistem pengidentifikasian jenis kelamin digunakan melalui kamera laptop atau *webcam*, yang dapat mendeteksi dan menangkap gambar objek yang kemudian diproses oleh program yang telah dibuat dan dijalankan pada perangkat tersebut.



**Gambar 2.** Hasil Pengidentifikasian Objek Laki-Laki

Ketika program dimulai, gambar di atas menunjukkan wajah yang dilihat webcam. Program ini dijalankan menggunakan Python dan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Kemudian, program ini dioptimasi dengan *particle swarm optimization* dan menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk ekstraksi fitur. Gambar ini menunjukkan hasil visualisasi data prediksi dari langkah-langkah sebelumnya. Untuk memungkinkan program untuk menyimpan dan mengenali berbagai klasifikasi yang membentuk skema model wajah, proses pelatihan terhadap dataset merupakan tahapan awal proses pendeteksian wajah. pengambilan foto secara real-time melalui kamera webcam Percobaan pendeteksian objek dilakukan berulang kali selama pengujian ini. Hasil uji akurasi sampel wajah yang telah disiapkan ditunjukkan di sini.

**Table 2.** Hasil Uji Pengidentifikasian Jenis Kelamin

No	Objek	Hasil yang diharapkan	Hasil Deteksi 1	Hasil Deteksi 2	Hasil Deteksi 3	Hasil Uji
1	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
2	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
3	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
4	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
5	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
6	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
7	Male	Male	Unknown	Unknown	Male	Tidak Sesuai
8	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
9	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
10	Male	Male	Male	Male	Male	Sesuai
11	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
12	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
13	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
14	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
15	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
16	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
17	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
18	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
19	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai
20	Female	Female	Female	Female	Female	Sesuai

Berikut ini adalah cara untuk mengukur akurasi dari hasil pengujian dapat menggunakan *confusion matrix*.

**Tabel 3. Accuracy Confusion Matrix**

N = 60		Actual Value	
		Positive	Negative
Predicted Value	Positive	58 (TP)	2 (FP)
	Negative	0 (FN)	0 (TN)

Sehingga tingkat akurasi pengudaan metode ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Accuracy = (TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$$

$$Accuracy = (58 + 0) / (58 + 2 + 0 + 0)$$

$$Accuracy = \frac{58}{60} \times 100\% = 96\%$$

### 3.2 Analisa Hasil Pengujian

Meskipun sistem yang dikembangkan telah menunjukkan akurasi yang tinggi sebesar 96%, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap hasil pengujian untuk memahami performa sistem secara lebih komprehensif. Dari hasil pengujian yang dilakukan, terdapat beberapa hasil yang tidak sesuai dengan prediksi, terutama pada pengenalan objek dengan variabilitas tertentu, seperti perubahan ekspresi wajah dan sudut pengambilan gambar. Misalnya, pada objek ke-7, sistem gagal mendeteksi jenis kelamin secara konsisten, yang menunjukkan bahwa faktor seperti sudut kamera atau kondisi pencahayaan yang kurang optimal dapat mempengaruhi akurasi deteksi. Analisis ini menunjukkan bahwa meskipun sistem berhasil mengklasifikasikan sebagian besar gambar dengan benar, beberapa variabel eksternal tetap memberikan tantangan yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, perbaikan lebih lanjut dapat difokuskan pada penanganan kondisi variabel seperti pencahayaan yang bervariasi dan posisi wajah yang tidak standar untuk lebih meningkatkan akurasi keseluruhan sistem.

## 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, telah berhasil diimplementasikan sistem identifikasi jenis kelamin menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk ekstraksi fitur wajah, *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebagai algoritma klasifikasi, dan PSO untuk pengoptimalan parameter. Hasil dari penelitian ini menunjukkan akurasi sebesar 96%, yang menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu melakukan klasifikasi dengan baik. Tingkat akurasi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi dari CNN, KNN, dan PSO dapat meningkatkan efektivitas sistem pengenalan wajah, khususnya dalam hal identifikasi jenis kelamin.

Pada penelitian sistem identifikasi jenis kelamin yang dibuat masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Berikut adalah beberapa rekomendasi untuk meningkatkan akurasi fitur yang ada dalam sistem identifikasi jenis kelamin ini:

- Penggunaan dataset yang lebih beragam untuk meningkatkan generalisasi dan kendala sistem, disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih beragam, mencakup berbagai etnis, usia, dan kondisi pencahayaan.
- Peningkatan kualitas gambar yang digunakan dalam dataset sangat mempengaruhi sistem. Maka dari itu disarankan untuk menggunakan gambar dengan resolusi yang lebih tinggi dan dalam kondisi pencahayaan yang optimal

Eksplorasi metode lain, selain metode yang digunakan dalam penelitian ini, metode lain seperti deep learning dengan arsitektur yang lebih kompleks atau kombinasi dengan teknik augmentasi data dapat dieksplorasi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. A. Marcelio, et al, "Aplikasi Analisis Wajah, Klasifikasi Gender dan Prediksi Usia Menggunakan Deep Learning pada Dataset Citra Wajah Manusia," *Jurnal Media Infotama*, vol. 20, no. 1, pp. 2–6, 2024.

- [2] D. Devito, R. C. Wihandika, and A. W. Widodo, “Ekstraksi Ciri Untuk Klasifikasi Gender Berbasis Citra Wajah Menggunakan Metode Histogram of Oriented Gradients,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 8, pp. 8002-8011, 2019. [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [3] R. Firmansyah, and S. Siswanto, “Penerapan Algoritma CNN Untuk Mengenali Jenis Kelamin Yang Berinteraksi Pada Video Advertising,” *KRESNA: Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 2, pp. 166–173, 2023, doi: 10.36080/kresna.v3i2.93.
- [4] L. Suhartini, M. Burhanis Sulthan, and I. Wahyudi, “Optimasi K-Nearest Neighbor Dengan Particle Swarm Optimization Untuk Memprediksi Harga Tembakau,” *JATIM: Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi dan Manajemen*, vol. 2, no. 2, pp. 82-91, 2021.
- [5] D. I. Muhammad, and N. Falih, “Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna,” *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 17, no. 1, pp. 9-16, 2021.
- [6] A. Setyadi, M. Kallista, and C. Setianingsih “Deteksi Social Distancing Dan Penggunaan Masker Di Restoran Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN),” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 270-278, 2023.
- [7] T. Susim, C. Darujati, and I. Artikel, “Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan Opencv,” *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, pp. 534-545, 2021.
- [8] I. P. Sari, F. Ramadhani, A. Satria, and D. Apdilah, “Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones,” *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 146–157, Okt 2023, doi: 10.56211/helloworld.v2i3.346.
- [9] N. Dewi dan F. Ismawan, “Implementasi Deep Learning Menggunakan CNN Untuk Sistem Pengenalan Wajah,” *Faktor Exacta*, vol. 14, no. 1, pp. 34-43, 2021, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i1.8989.
- [10] U. Riyanto, “Analisis Perbandingan Algoritma Naive Bayes Dan Support Vector Machine Dalam Mengklasifikasikan Jumlah Pembaca Artikel Online,” *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 2, no. 2, pp. 62–72, 2019, doi: 10.31000/.v2i2.1521.