

# Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Fitur Isomap, KNN dan Naïve Bayes Classifier

## Face Recognition Using Isomap, KNN and Naïve Bayes Classifier

Rifki Kosasih\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Informatika, Universitas Gunadarma, Depok

e-mail: \*[rifki\\_kosasih@staff.gunadarma.ac.id](mailto:rifki_kosasih@staff.gunadarma.ac.id)

### Abstrak

Sistem pengenalan wajah merupakan sistem yang dapat mengenali wajah seseorang dengan bantuan komputer. Untuk mengenali wajah tersebut, dilakukan ekstraksi fitur wajah. Pada penelitian ini digunakan metode isomap untuk mengekstrak fitur wajah. Isomap merupakan suatu metode yang dapat mengubah dimensi citra dari tinggi menjadi fitur-fitur yang memiliki dimensi rendah. Data yang digunakan adalah citra wajah yang diperoleh dari 6 orang, setiap orang memiliki 4 variasi ekspresi citra. Setelah fitur wajah diekstrak, selanjutnya dilakukan klasifikasi dengan menggunakan metode K Nearest Neighbor (KNN) dan metode Naïve Bayes Classifier. KNN merupakan metode klasifikasi yang menggunakan jumlah tetangga (K) terdekat untuk menentukan kelas sedangkan Naïve Bayes merupakan metode klasifikasi yang menggunakan peluang bersyarat untuk menentukan kelas. Berdasarkan hasil penelitian pada metode KNN, tingkat akurasi terbaik terjadi saat jumlah tetangga  $K = 2$ . Nilai akurasi yang diperoleh sebesar 87,5%, nilai rata-rata presisi terbobot (RPT) sebesar 81,25% dan nilai rata-rata recall terbobot (RRT) sebesar 87,5%. Pada metode Naïve Bayes Classifier diperoleh tingkat akurasi sebesar 50%, nilai rata-rata presisi terbobot (RPT) sebesar 62% dan nilai rata-rata recall terbobot (RRT) sebesar 50%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa metode KNN merupakan metode klasifikasi yang lebih akurat dan lebih baik dibandingkan dengan metode Naïve Bayes.

**Kata kunci**—Pengenalan Wajah, Isomap, KNN, Naïve Bayes Classifier

### Abstract

Face recognition system is one of the fields used to recognize a person's face. To recognize a person's face using a computer, we perform a feature extraction. In this study, we use isomap method to extract features. Isomap is a method that can reduce dimensions from high to low dimensions. The data used is a facial image consisting of 24 images with a composition of 6 people with various expressions. After features are extracted, classification is carried out using the K Nearest Neighbor (KNN) and the Naïve Bayes. KNN is a classification method that uses the number of nearest neighbors (K) to determine classes while Naïve Bayes is a classification method that uses conditional probability to determine classes. Based on the results on KNN, the best level of accuracy occurs when the number of neighbors  $K = 2$ . The accuracy obtained is 87.5%, the weighted average precision is 81.25% and the weighted average recall is 87.5%. Bayes Classifier obtained an accuracy of 50%, a weighted average precision of 62% and a weighted average recall of 50%. Based on these results, we can conclude that the KNN method is a more accurate and better classification method than the Naïve Bayes method.

**Keywords**—Face Recognition, Isomap, KNN, Naïve Bayes Classifier

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mengenali seseorang yang memasuki suatu area biasanya digunakan sistem pengenalan wajah. Wajah manusia merupakan satu dari beberapa fitur yang dapat digunakan untuk mengenali seseorang [1]. Dalam melakukan pengenalan wajah dengan menggunakan komputer, biasanya dilakukan ekstraksi fitur wajah sehingga wajah seseorang dapat dikenali oleh komputer melalui fitur yang sudah diekstraksi. Pada penelitian ini diusulkan menggunakan metode reduksi dimensi untuk mengekstraksi fitur wajah. Salah satu metode reduksi dimensi yang dapat digunakan adalah metode isomap [2], [3].

Metode isomap merupakan suatu metode yang mentransformasikan fitur yang mempunyai dimensi tinggi menjadi fitur yang berdimensi lebih rendah. Isomap diperkenalkan oleh Tenenbaum pada tahun 2000 [4]. Tenenbaum melakukan pengenalan pola pergerakan wajah dan pergerakan tangan dengan menggunakan kumpulan citra [4].

Penelitian di bidang pengenalan wajah telah dilakukan seperti Munawir menerapkan *Haar Cascade Classifier* dalam pengklasifikasian wajah. Pada penelitiannya citra wajah yang digunakan sebanyak 125 citra. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari penelitiannya sebesar 76% [5].

Selanjutnya Sarasati yang menggunakan metode PCA dan *Euclidean distance* untuk mencocokkan wajah yang ada pada data uji dengan wajah yang ada pada data latih. Dalam penelitiannya digunakan 50 buah citra wajah yang terdiri dari 10 orang. Dari penelitiannya diperoleh nilai kemiripan dengan jarak terkecil adalah sebesar 0,832%, akan tetapi dalam penelitiannya tidak melakukan perhitungan tingkat akurasi [6].

Berikutnya Fahrurrozi menerapkan metode PCA dan *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mengenali wajah. LBP dilakukan untuk mempertegas fitur wajah sedangkan PCA dilakukan untuk mengekstrak fitur wajah berdasarkan citra hasil LBP. Data yang dipakai diperoleh dari 8 orang, setiap orang mempunyai 5 variasi ekspresi citra wajah. Tingkat akurasi yang diperoleh dari penelitiannya sebesar 75% [7].

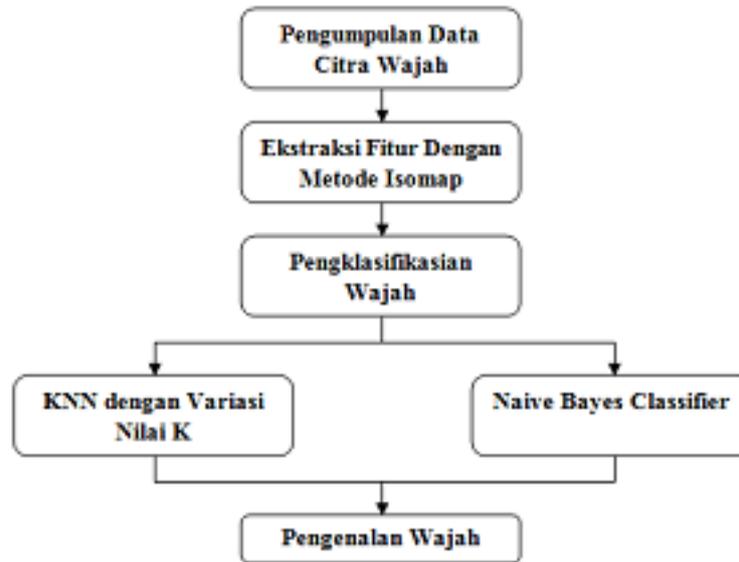
Kemudian Kosasih mengelompokkan wajah orang dengan metode Isomap. Hasil pengelompokkan selanjutnya divisualisasikan ke dalam grafik berdimensi dua atau dimensi 3. Dalam penelitiannya, Data yang dipakai berasal dari 5 orang dengan 4 variasi ekspresi citra wajah. Dari hasil visualisasi, citra wajah yang berasal dari orang yang sama mengelompok pada satu area akan tetapi belum dilakukan klasifikasi wajah untuk mengenali wajah seseorang [8].

Kosasih melakukan penelitian lanjutan dengan melakukan klasifikasi wajah berdasarkan fitur isomap dengan menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) [9]. Data yang dipakai berasal dari 6 orang dengan 4 variasi ekspresi citra wajah. Fitur yang sudah diperoleh diklasifikasikan memakai KNN dan diperoleh tingkat akurasi sebesar 83,33% [9]. Akan tetapi jumlah tetangga terdekat yang digunakan adalah  $K = 1$ .

Berdasarkan penelitian sebelumnya, jumlah tetangga yang digunakan pada algoritma KNN adalah 1 sehingga pada penelitian ini diusulkan untuk melakukan variasi jumlah tetangga dari  $K=1$  sampai dengan  $K=14$ . Selain itu, sebagai perbandingan pada penelitian ini dilakukan juga klasifikasi menggunakan metode Naive Bayes Classifier.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, untuk melakukan pengenalan wajah dilakukan beberapa tahapan seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, citra wajah yang dipakai adalah 24 citra (6 orang dengan 4 variasi ekspresi wajah). Setelah itu, selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur citra wajah dengan menggunakan metode reduksi dimensi seperti Isomap. Isomap dapat mentransformasikan dimensi sehingga diperoleh fitur-fitur dengan dimensi yang lebih rendah.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

### 2.1 Isomap

Metode Isomap digunakan untuk mengekstrak fitur yang ada di citra wajah. Berikut ini adalah tahapan dari metode isomap:

- Asumsikan citra-citra yang sudah diperoleh menjadi kumpulan vektor-vektor  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . Setelah itu dibangun graf  $G(S,B)$  dengan setiap simpul  $S$  merupakan vektor  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  dan busur  $B$  merupakan bobot antara 2 simpul
- Tahapan berikutnya adalah mencari jalur terpendek antara simpul pada graf  $G$  menggunakan Floyd Warshall [10], [11], setelah itu, hitung jarak geodesi berdasarkan jalur terpendek. Hasil perhitungan jarak geodesi merupakan matriks  $C_g$  yang berukuran  $n \times n$ . Selanjutnya, dilakukan proses *embedding* ke dimensi yang lebih rendah dengan membentuk matriks  $F_g$  seperti pada (1).

$$F_g = -\frac{DC_g^2D}{2} \quad (1)$$

dimana  $D = I - \frac{1}{n} 1 1^T$ ,  $I$  merupakan matriks identitas,  $1$  merupakan vektor yang semua anggotanya adalah 1, dan  $C_g^2$  merupakan matriks yang setiap entrinya adalah kuadrat dari setiap entri  $C_g$ .

- Tahapan terakhir adalah menemukan nilai eigen( $\lambda$ ) dan vektor eigen ( $v$ ) dari matriks  $F_g$ . Setelah itu bangun matriks  $Y$  berdasarkan nilai eigen dan vektor eigen seperti pada (2).

$$Y = [\sqrt{\lambda_1}v_1, \sqrt{\lambda_2}v_2, \dots, \sqrt{\lambda_n}v_n]^T \quad (2)$$

Matriks  $Y$  merupakan fitur hasil transformasi metode isomap. Fitur-fitur yang telah diperoleh, selanjutnya dibagi menjadi fitur latih dan fitur uji. Tahapan berikutnya, dilakukan klasifikasi data uji dengan menggunakan metode *K Nearest Neighbor* (KNN) dan metode Naive Bayes classifier.

### 2.2 K Nearest Neighbor

*K Nearest Neighbor* (KNN) dapat mengklasifikasikan objek berdasarkan kemiripan antara satu objek dengan objek lain yang merupakan tetangga terdekatnya [12]–[15]. Untuk menjalankan algoritma ini, tentukan terlebih dahulu jumlah tetangga terdekat ( $K$ ). Tahapan berikutnya adalah melakukan perhitungan jarak dari fitur data uji ke semua fitur data latih yang sudah diperoleh. Setelah itu, pilih  $K$  fitur data latih yang terdekat dengan fitur data uji yang belum

diketahui dan lakukan prediksi kategori dari data uji berdasarkan nilai K yang telah dipilih. Untuk memperoleh hasil yang optimal maka dilakukan perbandingan pada variasi nilai K. Nilai K yang digunakan dimulai dari K=1 sampai dengan K=14.

### 2.3 Naïve Bayes Classifier

Naïve Bayes *classifier* dapat mengklasifikasikan objek dengan menggunakan peluang bersyarat suatu kejadian masuk ke dalam salah satu kelas [16]–[18]. Untuk menghitung peluang tersebut tergantung dengan banyaknya kelas dan banyaknya fitur. Pada penelitian ini terdapat 6 kelas yaitu  $Kls_1, Kls_2, Kls_3, \dots, Kls_6$  dengan n buah fitur  $Ft_1, Ft_2, \dots, Ft_n$ . Jika diberikan suatu kejadian x, maka peluang x untuk masuk ke satu dari enam kelas yang tersedia dapat dilihat pada persamaan (3)

$$Pr(Kls_i|x) = Pr(Kls_i) * Pr(Ft_1|Kls_i) * \dots * Pr(Ft_n|Kls_i) \quad (3)$$

Dimana  $i = 1, 2, \dots, 6$ , peluang bersyarat pada persamaan (3) diperoleh dengan menggunakan fungsi kepadatan probabilitas (pdf) untuk sekumpulan data yang ada pada tiap kelas [19]. Hasil dari metode tersebut merupakan vektor yang menyatakan prediksi kelas untuk tiap anggota data uji. Setelah melakukan klasifikasi, selanjutnya dilakukan evaluasi model.

### 2.4 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan menghitung nilai presisi, recall dan akurasi pada masing-masing kategori dengan menggunakan (4), (5), (6), (7) dan (8) [20], [21].

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \quad (4)$$

$$p_i = \frac{TP_i}{TP_i+FP_i} \times 100\% \quad (5)$$

$$Rata - rata \text{ presisi terbobot (RPT)} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i d_i}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (6)$$

$$r_i = \frac{TP_i}{TP_i+FN_i} \times 100\% \quad (7)$$

$$Rata - rata \text{ recall terbobot (RRT)} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i d_i}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad (8)$$

Dengan  $p_i$  merupakan nilai presisi untuk kelas ke-  $i$ ,  $d_i$  merupakan jumlah data aktual pada kelas ke- $i$  dan  $r_i$  merupakan nilai recall untuk kelas ke- $i$ .

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra-citra wajah yang dipakai mempunyai ukuran  $280 \times 315$  yang berasal dari ORL *database* yang dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, terdapat 24 citra wajah yang terdiri dari 6 orang dengan 4 variasi ekspresi wajah.



Gambar 2 Dataset Citra Wajah

Untuk mendapatkan fitur-fitur yang mewakili wajah, dilakukan ekstraksi fitur dengan menerapkan metode isomap. Fitur yang dihasilkan dengan menggunakan metode isomap ditunjukkan pada Tabel 1.

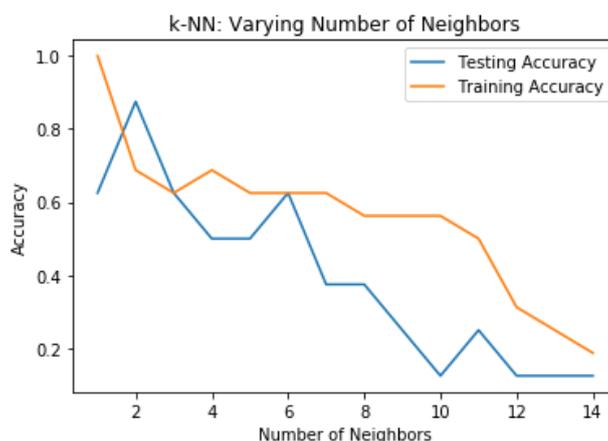
Tabel 1 Fitur Hasil Isomap

No.	fitur1	fitur2	fitur3	fitur4	Kelas
1	254,3354	-2302,86	-4,20926	2810,173	1
2	1865,715	539,9132	-732,798	130,2959	1
3	2591,17	-913,433	-676,285	1808,866	1
4	3353,991	895,3262	-1905,87	-547,668	1
5	258,4072	4698,528	4139,107	3229,985	2
6	-1669,34	5691,88	4499,27	3580,42	2
7	-537,349	8090,167	4172,715	906,2219	2
8	-1386,63	7475,373	4079,722	387,3025	2
9	-5018,16	3229,181	-3885,48	-3687,17	3
10	-3337,56	4378,413	-3404,94	-1299,32	3
11	-3752,17	1644,93	-2640,35	-4241,87	3
12	-1509,9	3310,644	-2107,86	-3009,61	3
13	-8374,26	-2811,57	730,7217	1752,626	4
14	-9293,96	-3889,42	392,4702	2361,835	4
15	-8536,55	-2661,72	882,6216	-3641,11	4
16	-7616,62	-2642,77	-296,885	-1989,9	4
17	-1417,9	-2787,44	-1472,83	-214,15	5
18	2871,136	-2708,39	-1427,35	-999,04	5
19	4279,461	-13795,8	-2087,92	1299,07	5
20	10899,96	-5659,91	11283,26	-5583,11	5
21	2191,061	-553,263	-972,016	-44,2337	6
22	7471,734	1367,492	-3430,37	8072,981	6
23	692,9532	-5742,52	573,569	2388,598	6
24	15720,48	5147,206	-5708,31	-3471,2	6

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 4 buah fitur yang dihasilkan melalui metode isomap. Fitur-fitur tersebut akan digunakan untuk mengklasifikasikan wajah seseorang. Selanjutnya, fitur-fitur tersebut dibagi secara acak menjadi dua bagian dengan komposisi 16 fitur menjadi fitur latih dan 8 fitur menjadi fitur uji. Untuk pengujian, dilakukan perbandingan dua metode klasifikasi yaitu metode KNN dan Naive Bayes Classifier.

### 3.1 Hasil Pengklasifikasian Wajah Menggunakan KNN

Pada bagian ini, dilakukan klasifikasi wajah dengan menggunakan metode K Nearest Neighbor (KNN). Pada penelitian ini dilakukan perbandingan tingkat akurasi untuk berbagai variasi banyaknya tetangga terdekat (K). Hasil akurasi untuk variasi nilai K dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3 Nilai Akurasi Data Uji dengan Variasi Nilai K

Pada Gambar 2, variasi nilai K yang digunakan adalah  $K = 1$  sampai dengan  $K=14$ . Berdasarkan Gambar 2, nilai akurasi tertinggi diperoleh saat  $K=2$ . Oleh karena itu, pada penelitian ini jumlah tetangga terdekat yang digunakan adalah 2. Tahapan selanjutnya adalah membuat matriks confusion untuk  $K=2$  seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Matriks Confusion dari Algoritma KNN

		Aktual					
		1	2	3	4	5	6
Prediksi	1	1	0	0	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0
	4	0	0	0	2	0	0
	5	0	0	0	0	2	0
	6	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 2, data yang digunakan memiliki 6 kelas (6 orang). Berdasarkan hasil matriks confusion, wajah orang ke-1 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-1 sebanyak 1, wajah orang ke-2 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-2 sebanyak 1, wajah orang ke-3 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-3 sebanyak 1, wajah orang ke-4 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-4 sebanyak 2, wajah orang ke-5 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-5 sebanyak 2, sedangkan wajah orang ke-6 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-1 sebanyak 1.

Setelah itu dilakukan evaluasi hasil pengujian dengan menghitung nilai presisi, recall dan akurasi pada masing-masing kategori dengan menggunakan (4), (5), (6), (7) dan (8). Berdasarkan Tabel 2, nilai akurasi diperoleh sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \\
 &= \frac{7+0}{7+1+0+0} \times 100\% \\
 &= \frac{7}{8} \times 100\% = 87,5\%
 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai presisi untuk tiap kelas adalah:

$$p_1 = \frac{TP_1}{TP_1+FP_1} \times 100\% = \frac{1}{1+1} \times 100\% = 50\%$$

$$p_2 = \frac{TP_2}{TP_2+FP_2} \times 100\% = \frac{1}{1+0} \times 100\% = 100\%$$

$$p_3 = \frac{TP_3}{TP_3+FP_3} \times 100\% = \frac{1}{1+0} \times 100\% = 100\%$$

$$p_4 = \frac{TP_4}{TP_4+FP_4} \times 100\% = \frac{2}{2+0} \times 100\% = 100\%$$

$$p_5 = \frac{TP_5}{TP_5+FP_5} \times 100\% = \frac{2}{2+0} \times 100\% = 100\%$$

$$p_6 = \frac{TP_6}{TP_6+FP_6} \times 100\% = \frac{0}{0+1} \times 100\% = 0\%$$

$$RPT = \frac{1 \times 50\% + 1 \times 100\% + 1 \times 100\% + 2 \times 100\% + 2 \times 100\% + 0 \times 100\%}{1+1+1+2+2+1} = 81,25\%$$

Hasil evaluasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Performa Algoritma KNN

Kelas	Presisi	Recall	Jumlah Data Uji
1	50 %	100 %	1
2	100 %	100 %	1
3	100 %	100 %	1
4	100 %	100 %	2
5	100 %	100 %	2
6	0 %	0 %	1
Rata-rata Terbobot	81,25 %	87,5%	

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh bahwa nilai rata-rata presisi terbobot (RPT) sebesar 81,25 %, nilai rata-rata recall terbobot (RRT) sebesar 87,5 %. Sebagai pembandingan, pada penelitian ini dilakukan juga klasifikasi dengan menggunakan metode Naive Bayes classifier.

### 3.2 Hasil Pengklasifikasian Wajah dengan Naive Bayes Classifier

Naive Bayes classifier menggunakan peluang bersyarat untuk menghitung peluang suatu kejadian akan masuk ke suatu kelas seperti pada persamaan (3). Hasil klasifikasi dengan menggunakan metode Naive Bayes ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Confusion dari Naïve Bayes Classifier

		Aktual					
		1	2	3	4	5	6
Prediksi	1	0	0	0	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0
	4	0	0	0	1	0	0
	5	0	0	0	1	1	0
	6	0	0	0	0	1	0

Pada Tabel 4, berdasarkan hasil matriks confusion, wajah orang ke-1 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-1 sebanyak 0, wajah orang ke-2 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-2 sebanyak 1, wajah orang ke-3 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-3 sebanyak 1, wajah orang ke-4 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-4 sebanyak 1 tetapi wajah orang ke-4 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-5 sebanyak 1, wajah orang ke-5 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-5 sebanyak 1 tetapi wajah orang ke-5 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-6 sebanyak 1, sedangkan wajah orang ke-6 pada keadaan sebenarnya diprediksi wajah orang ke-1 sebanyak 1.

Setelah itu dilakukan evaluasi hasil pengujian dengan menghitung nilai presisi, recall dan akurasi pada masing-masing kategori dengan menggunakan (4), (5), (6) dan (7). Berdasarkan Tabel 4, nilai akurasi diperoleh sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \\
 &= \frac{4+0}{4+4+0+0} \times 100\% \\
 &= \frac{4}{8} \times 100\% = 50\%
 \end{aligned}$$

Hasil evaluasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Performa Metode Naïve Bayes Classifier

Kelas	Presisi	Recall	Jumlah Data Uji
1	0 %	0%	1
2	100%	100 %	1
3	100%	100 %	1
4	100 %	50 %	2
5	50%	50%	2
6	0%	0%	1
Rata-rata Terbobot	62%	50%	

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh bahwa nilai rata-rata presisi terbobot sebesar 62 %, nilai rata-rata recall terbobot sebesar 50 %.

#### 4. KESIMPULAN

Kamera CCTV biasa digunakan untuk mengawasi keadaan sekitar dan untuk mengetahui siapa saja orang yang melalui area tersebut. Salah satu cara untuk mengenali seseorang adalah dengan menggunakan fitur wajah. Pada penelitian ini, data yang dipakai merupakan citra wajah

yang terdiri dari 24 citra wajah. Setelah itu dilakukan ekstraksi citra dengan menerapkan metode isomap untuk mendapatkan fitur wajah.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan klasifikasi dengan menggunakan KNN dan metode Naive Bayes Classifier. Berdasarkan hasil KNN, tingkat akurasi terbaik terjadi saat jumlah tetangga  $K = 2$  yaitu sebesar 87,5%, nilai rata-rata presisi terbobot (RPT) sebesar 81,25% dan nilai rata-rata recall terbobot (RRT) sebesar 87,5%. Pada metode Naive Bayes diperoleh tingkat akurasi sebesar 50%, nilai rata-rata presisi terbobot (RPT) sebesar 62% dan nilai rata-rata recall terbobot (RRT) sebesar 50%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa KNN memiliki rata-rata presisi, recall dan akurasi yang lebih baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa untuk kasus ini, KNN dapat membuat prediksi yang lebih akurat dan lebih baik dibandingkan dengan metode Naive Bayes.

## 5. SARAN

Untuk penelitian yang akan datang, jumlah data yang dipakai sebaiknya diperbanyak untuk meningkatkan akurasi. Selain itu, sebagai pembandingan perlu dilakukan juga pengenalan wajah dengan menggunakan metode lain seperti metode deep learning.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kosasih, "Penggunaan Metode Linear Discriminant Analysis Untuk Pengenalan Wajah Dengan Membandingkan Banyaknya Data Latih," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 26, no. 1, pp. 25–34, 2021.
- [2] L. Van der Maaten, E. Postma, and J. Van den Herik, "Dimensionality Reduction : A Comparative Review," Tilburg, Netherlands, 2009.
- [3] R. Kosasih, S. Madenda, C. M. Karyati, and L. Etp, "Determination the Optimal Position from T1 and T2 Weighted MR Imaging of the Abdominal Aortic Aneurysm," *Adv. Sci. Eng. Med.*, vol. 7, no. 10, pp. 915–919, 2015, doi: 10.1166/ asem.2015.1778.
- [4] J. B. Tenenbaum, V. De Silva, and J. C. Langford, "A Global Geometric Framework for Nonlinear Dimensionality Reduction," *Science (80-. )*, vol. 290, no. December, pp. 2319–2323, 2000.
- [5] Munawir, L. Fitria, and M. Hermansyah, "InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan," *InfoTekJar*, vol. 4, no. 2, pp. 314–320, 2020.
- [6] F. Sarasati, E. Firasari, and F. L. D. Cahyanti, "Implementasi Metode Principal Component Analysis untuk Sistem Pengenalan Wajah," *Infortech*, vol. 3, no. 2, pp. 152–156, 2021.
- [7] A. Fahrurozi and R. Kosasih, "Face Recognition Using Local Binary Pattern Combined With PCA For Images Under Various Expression and Illumination," in *Proceeding on International Workshop on Academic Collaboration 2017*, 2017, no. May, pp. 1–7.
- [8] R. Kosasih and A. Fahrurozi, "Clustering of Face Images by Using Isomap method," in *Proceeding on International Workshop on Academic Collaboration 2017*, 2017, no. May, pp. 52–56.
- [9] R. Kosasih, "Kombinasi Metode Isomap dan KNN Pada Image Processing Untuk Pengenalan Wajah," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 2, pp. 166–170, 2020.

- [10] Ramadiani, D. Bukhori, Azainil, and N. Dengen, "Floyd-warshall algorithm to determine the shortest path based on android," in *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018, pp. 1–8.
- [11] T. S. Darmawan, "Comparison of Dijkstra dan Floyd-Warshall Algorithm to Determine the Best Route of Train," *Int. J. Informatics Dev.*, vol. 7, no. 2, pp. 54–58, 2018.
- [12] Murni, R. Kosasih, A. Fahrurozi, T. Handhika, I. Sari, and D. P. Lestari, "Travel Time Estimation for Destination In Bali Using kNN-Regression Method with Tensorflow," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 854, no. 012061, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/854/1/012061.
- [13] Z. Efendi and Mustakim, "Text Mining Classification Sebagai Rekomendasi Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Sistem Informasi," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)*, 2017, pp. 235–242.
- [14] E. G. Nihad, E. N. El Mokhtar, Z. Abdelhamid, and A. A. Mohammed, "Hybrid approach of the fuzzy C-means and the K-nearest neighbors methods during the retrieve phase of dynamic case based reasoning for personalized follow-up of learners in real time," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 4939–4950, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i6.pp4939-4950.
- [15] M. A. Abuzaraida, M. Elmehrek, and E. Elsomadi, "Online handwriting Arabic recognition system using k-nearest neighbors classifier and DCT features," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 4, pp. 3584–3592, 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i4.pp3584-3592.
- [16] C. Fiarni, H. Maharani, and R. Pratama, "Sentiment Analysis System for Indonesia Online Retail Shop Review Using Hierarchy Naive Bayes Technique," in *International Conference on Information and Communication Technologies (ICoICT)*, 2016, pp. 212–217.
- [17] P. Shah, P. Swaminarayan, and M. Patel, "Sentiment analysis on film review in Gujarati language using machine learning," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 1030–1039, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i1.pp1030-1039.
- [18] Normah, "Naïve Bayes Algorithm For Sentiment Analysis Windows Phone Store Application Reviews," *J. Publ. Informatics Eng. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–19, 2019.
- [19] R. Kosasih and A. Alberto, "Sentiment analysis of game product on shopee using the TF-IDF method and naive bayes classifier," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 13, no. 2, pp. 101–109, 2021, doi: 10.33096/ilkom.v13i2.721.101-109.
- [20] D. P. Lestari, R. Kosasih, T. Handhika, Murni, I. Sari, and A. Fahrurozi, "Fire Hotspots Detection System on CCTV Videos Using You only Look Once (YOLO) Method and Tiny YOLO Model for High Buildings Evacuation," in *2nd International Conference of Computer and Informatics Engineering IC2IE*, 2019, pp. 87–92.
- [21] M. Sokolova and G. Lapalme, "A Systematic Analysis of Performance Measures for Classification Tasks," *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, 2009.