

Perbandingan Pengenalan Citra Wajah Berbasis Reduksi Dimensionalitas dengan *Principal Component Analysis (PCA)* dan Jaringan Saraf Tiruan

Budiman, Didit Dwi Permadi

Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur
 Jakarta, Indonesia

budiman.beta@gmail.com, diditdwipermadi@gmail.com

Muhammad Khairul Anam, Pradipta Ramadhinatara

Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur
 Jakarta, Indonesia

andez.shared@gmail.com, dithorh@gmail.com

Abstract—This paper will describes human face recognition process using principal component analysis compared to artificial intelligence network approach. The basic idea for this research is dimensionality reduction of the image used for the recognition system. Principal component analysis reduce the dimensionality of image recognize using its eigen vector and eigen value. Dimensionality reduction used for Artificial Neural Network based on image processing technique. This research suggest new idea for using canny filter (edge detector) for dimensionality reduction. Artificial Neural Network used in this experiment based on backpropagation training. Experiment result for these two approachs will be compared to recognize its performances.

Keywords - image processing; principal component analysis; artificial neural network; canny edge detector

I. PENDAHULUAN

Pengenalan citra wajah merupakan salah satu bidang riset yang cukup aktif. Meskipun pengenalan wajah merupakan hal yang mudah bagi otak manusia, hal ini merupakan hal yang cukup sulit untuk ditiru secara artifisial. Hal ini disebabkan karena adanya faktor-faktor yang umumnya dimiliki oleh setiap wajah, citra wajah bervariasi sesuai dengan umur, kulit, warna dan jender [3]. Problem ini menjadi semakin kompleks seturut dengan beragamnya kualitas citra, ekspresi wajah, facial furniture, latar belakang dan kondisi iluminasi.

Salah satu model pendekatan dalam sistem pengenalan wajah adalah pendekatan berbasis penampakan (appearance based approach). Pendekatan ini mengekstraksi fitur-fitur citra wajah untuk memisahkan kelas-kelas wajah yang ada. Secara ideal, fitur-fitur yang digunakan untuk merepresentasikan wajah adalah fitur-fitur yang memiliki tingkat pembeda (separability) yang tinggi dan meninggalkan fitur-fitur lain. Tren utama dalam proses ekstraksi fitur ini adalah dengan merepresentasikan data pada ruang dimensi yang lebih kecil yang dilakukan melalui transformasi linear yang memenuhi beberapa sifat tertentu. Tiga teknik dasar yang sering digunakan dalam pendekatan ini adalah Principal Component Analysis (PCA), Linear Discreminate Analysis (LDA) dan Discrete Cosine Transform (DCT) [3].

Pendekatan lain yang juga dapat digunakan untuk melakukan pengenalan pola adalah dengan menggunakan

jaringan saraf tiruan (artificial neural network), dengan berbagai tipe neural network dan algoritma pembelajaran yang dapat digunakan. Dua tipe neural network yang sering digunakan dalam proses pengenalan pola adalah Multi Layer Perceptron dengan algoritma pembelajaran backpropagation dan neural network self-organizing map (SOM) atau kohonen.

Banyak penelitian terkait pengenalan wajah (atau citra lain pada umumnya) telah dilakukan baik menggunakan masing-masing pendekatan (dengan pilihan metodenya) secara terpisah, maupun penelitian yang menggunakan gabungan kedua pendekatan. Namun belum banyak penelitian dilakukan untuk membandingkan secara individu kinerja masing-masing teknik dari kedua pendekatan yang berbeda ini. Paper ini memberikan perbandingan kinerja antara dua metode (yang berasal dari pendekatan yang berbeda), Principal Component Analysis (PCA) dan Jaringan Saraf Tiruan berbasis Multi Layer Perceptron dengan algoritma pembelajaran Back Propagation. Untuk proses pengenalan citra wajah kedua metode ini menggunakan hasil training yang telah dilakukan. PCA menyimpan eigenface dari citra-citra yang dilatihkan yang merupakan hasil reduksi dimensionalitas dan ekstraksi fitur dari citra latih. JST dapat menggunakan citra latih secara langsung untuk mendapatkan bobot-bobot antar neuron dalam jaringannya. Hal baru yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah melakukan reduksi fitur atau mengekstrak fitur edge dari citra latih. Citra hasil ekstraksi edge inilah yang akan menjadi citra latih untuk JST. Reduksi fitur citra ini dilakukan melalui proses pengolahan citra (image processing).

II. PENELITIAN TERKAIT

[3] menggunakan PCA untuk melakukan reduksi terhadap dimensi citra wajah. Selanjutnya vektor hasil reduksi digunakan oleh SOM melalui proses un-supervised learning untuk mengklasifikasikan vektor-vektor ke dalam group-group yang digunakan untuk mengenali citra wajah yang akan dites. Pendekatan paper ini dengan [3] berbeda dalam proses reduksi data latih untuk JST dan jenis JST yang digunakan. Paper ini melakukan reduksi dimensi menggunakan teknik pengolahan citra, sedangkan [3] menggunakan PCA.

[4] juga menggunakan SOM untuk proses pengenalan. Berbeda dengan [3] dan paper ini, [4] tidak melakukan reduksi

dimensional terhadap citra latih. [1] menggunakan DCT untuk mengekstrak fitur berbasis warna kulit dari citra wajah sebelum digunakan untuk data latih untuk SOM. Data latih berupa image terkompresi.

III. METODOLOGI

Kerangka kerja dari proses penelitian ini dapat digambarkan pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 1. Kerangka kerja penelitian

Sesuai diagram blok di atas, secara umum proses kerja dari penelitian ini adalah data citra wajah akan disampling, selanjutnya dilakukan reduksi dimensi citra wajah, citra hasil reduksi akan digunakan dalam proses training (pelatihan). Testing dilakukan dengan menggunakan sebagian citra latih dan citra yang tidak digunakan untuk training. Pada akhirnya dilakukan analisa terhadap hasil testing.

Pada penelitian ini akan dibandingkan dua model pendekatan dalam pengenalan citra wajah. Pertama, dengan menggunakan pendekatan Principal Component Analysis untuk melakukan reduksi dimensionalitas citra wajah, untuk proses pengenalan citra wajah digunakan jarak euclidean. Pendekatan kedua, dengan menggunakan reduksi dimensionalitas data citra wajah dengan menggunakan teknik pengolahan citra (dalam hal ini menggunakan filter canny untuk deteksi tepi (edge)). Selanjutnya data hasil filtering digunakan sebagai data latih untuk Jaringan Saraf Tiruan dari jenis Multi Layer Perceptron dengan algoritma pelatihan back-propagation. Reduksi dimensionalitas untuk masing-masing pendekatan akan diterangkan di bawah ini :

A. Principal Component Analysis

Reduksi dimensionalitas dengan menggunakan PCA dilakukan berdasarkan matriks kovarian dari citra data wajah. Matriks kovarian ini (karena simetrik) dapat didiagonalisasi menggunakan sebuah matriks ortogonal.

$$X_c = QDQ^T \quad (1)$$

Dimana Q adalah matriks ortogonal yang dibentuk dari eigenvector dari X_c dan D adalah matriks diagonal yang dibentuk dari eigenvalue dari X_c . Kolom-kolom pada Q itulah yang dinamakan sebagai principal components.

Eigenvalue dari X_c berkorespondensi juga dengan varians dari principal component. Dengan kata lain Eigenvalue memberi tahu kita apakah varians dari data akan seiring dengan eigenvectornya (atau principal component-nya). Pada proses pengenalan image ini informasi dengan varians tinggi

(eigenvector dengan eigenvalue yang tinggi) yang kita pertahankan.

Langkah akhir PCA adalah penggunaan principal components yang telah dipilih untuk memproyeksikan data latih kita dengan principal component ini, kemudian menganalisis hasilnya.

$$\text{Projection} = [\text{Principal Components}]^T X \quad (2)$$

B. Canny Edge Detector

Canny Edge Detector menggunakan fungsi Gaussian dalam operasinya (Nadernejad, 2008). Fungsi Gaussian yang digunakan pada Canny Edge Detector merupakan fungsi yang sama pada Marr-Hildreth Edge Detector. Hanya saja pada Canny Edge Detector, fungsi Gaussian yang digunakan tidak mengalami penurunan lebih lanjut. Pada penggunaannya, mask Gaussian berfungsi sebagai operator untuk menghaluskan gambar. Contoh filter gaussian sendiri (persamaan 3) adalah sbb :

$$B = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} * A. \quad (3)$$

Setelah konvolusi antara mask Gaussian dengan gambar, maka akan diperoleh gambar yang lebih halus. Gambar yang masing-masing pixel nya memiliki nilai intensitas kemudian dicari gradiennya. Gradien (dihitung sesuai dengan persamaan 4) ini merupakan perubahan intensitas yang terjadi terhadap sumbu x maupun sumbu y. Magnitude dari gradien tersebut dapat menunjukkan letak dari tepi pada gambar.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \\ \Theta = \text{atan2}(G_y, G_x) \quad (4)$$

IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

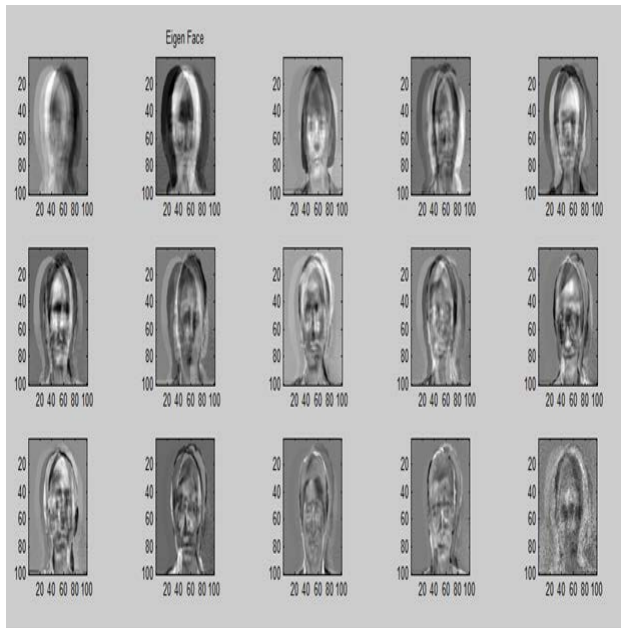
A. Pengenalan Citra Wajah Dengan Menggunakan Principal Component Analysis

Untuk menerapkan PCA dalam proses pengenalan image dilakukan langkah-langkah berikut ini:

1) *Menyiapkan citra gambar.* Citra wajah yang digunakan untuk pembentukan eigen face berasal dari 15 citra wajah dalam posisi normal

2) *Melakukan proses PCA terhadap data citra wajah yang digunakan.* Hasil proses PCA ini adalah eigenface (lihat gambar 2) yang dibentuk dari proyeksi data citra wajah

dengan eigenvector yang dipilih (dalam hali ini ada 15 eigenvector) sesuai urutan eigenvalue. Setiap citra dalam database dapat dibentuk dari kombinasi linear vector-vector eigen ini.



Gambar 2. Eigenface

3) *Pembentukan matriks bobot data latih.* Matriks data latih ini digunakan sebagai pembanding bagi bobot citra testing, sebagai basis pengenalan.

4) *Proses testing.* Proses testing dilakukan dengan melakukan proyeksi citra wajah yang akan dikenali ke eigenface. Kesamaan (similarity) antara dua citra wajah dapat dihitung dengan menggunakan jarak Euclidean antara fitur-fitur yang saling berkorespondensi antara dua vector itu.

Hasil pengujian pengenalan wajah menggunakan PCA dapat dilihat pada Tabel I.

TABLE I. HASIL PENGUJIAN PENGENALAN CITRA WAJAH DENGAN PCA

	<i>Berhasil</i>	<i>% Berhasil</i>	<i>Gagal</i>	<i>% Gagal</i>
Normal	15	100 %	0	0 %
Wink	12	80 %	3	20 %
Sad	12	80 %	3	20 %
Happy	13	87 %	2	13 %
Glasses	8	53 %	7	47 %

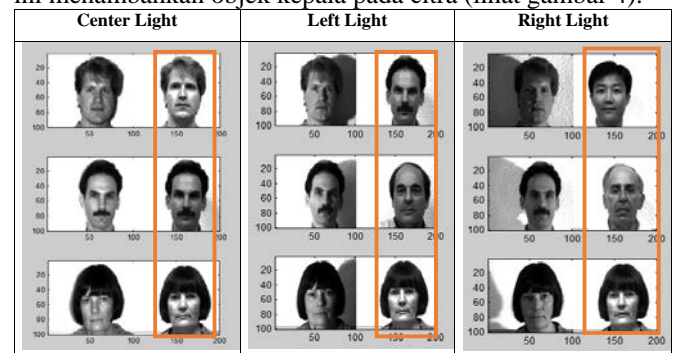
	<i>Berhasil</i>	<i>% Berhasil</i>	<i>Gagal</i>	<i>% Gagal</i>
Sleepy	12	80 %	3	20 %
Surprised	11	73 %	4	27 %
Center Light	8	53 %	7	47 %
Left Light	2	13 %	13	87 %
Right Light	3	12 %	12	80 %

Dengan menggunakan PCA terlihat kesuksesan pengenalan wajah dengan beberapa ekspresi (normal, wink, sad, happy dan sleepy) dapat mencapai 70 % s.d. 80 %, kecuali jika ada penambahan object pada wajah (penggunaan kaca mata) yang hanya sukses 53%. (lihat gambar 3)

Ekspres	Hasil
Sad	matches subject01 normal.gif, score 0.012108
Happy	matches subject01 normal.gif, score 0.007011
Wink	matches subject01 normal.gif, score 0.004656
Surprised	matches subject01 normal.gif, score 0.004922

Gambar 3 Contoh hasil testing dengan 4 ekspresi pada satu wajah

Kesuksesan PCA dalam mengenali objek menurun drastis ketika citra testing yang digunakan adalah citra wajah dengan pencahayaan dari arah kiri maupun kanan, dengan tingkat kesuksesan 12% - 13%. Pencahayaan dari arah kiri atau kanan ini menambahkan objek kepala pada citra (lihat gambar 4).



Gambar 4. Contoh hasil testing object dengan pencahayaan tertentu

B. Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan

Proses pengenalan citra wajah dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan pada penelitian ini menggunakan langkah-langkah berikut.

1) *Menyiapkan citra gambar.* Jumlah citra yang akan digunakan untuk pelatihan JST ini lebih banyak dibandingkan dengan citra yang digunakan pada PCA. Sebanyak 15 objek wajah digunakan dengan berbagai ekspresi (normal, with glasses, no-glasses, sleepy, surprised, wink, sad dan happy). Sehingga ada 120 citra yang akan dilatihkan kepada JST.

2) *Preprocessing citra latih dengan menggunakan canny edge detector.*



3) *Pelatihan JST dengan menggunakan citra wajah hasil canny edge detection.*

4) *Proses testing.*

Jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan JST dari jenis Multi Layer Perceptron dengan 50 hidden layer. Algoritma pembelajaran back-propagation dengan metode scaled conjugate gradient.

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap jaringan saraf tiruan (JST) multi layer perceptron (MLP) ini dapat dilihat pada tabel II di bawah. Data testing yang digunakan adalah data citra dengan pencahayaan khusus. Sedangkan citra wajah dengan beragam ekspresi digunakan sebagai data latih.

TABLE II. HASIL PENGUJIAN PENGENALAN CITRA WAJAH DENGAN JST

	<i>Berhasil</i>	<i>% Berhasil</i>	<i>Gagal</i>	<i>% Gagal</i>
Center Light	6	40 %	9	60 %
Left Light	7	47 %	8	53 %
Right Light	7	47 %	8	53 %

Dibandingkan dengan pendekatan PCA, dengan menggunakan citra latih yang telah dilakukan pre-processing dengan menggunakan canny edge detector, kinerja Jaringan Saraf Tiruan lebih baik dibanding PCA. Tetapi jika citra latih yang digunakan adalah citra latih asli, kemampuan JST untuk mengenali citra dengan pencahayaan dari arah tertentu hampir semua mengalami kegagalan.

V. KESIMPULAN

Proses pengenalan citra wajah dengan menggunakan PCA mampu mengenali variasi citra wajah yang diberikan dengan beragam ekspresi, berdasarkan data citra latih yang relatif sedikit (sejumlah objek yang ingin dikenali). Pendekatan PCA mengalami penurunan kemampuan mengenali objek jika citra yang diberikan merupakan citra wajah dengan arah pencahayaan tertentu, sehingga menimbulkan bayangan pada bagian latar belakang citra.

Jaringan saraf tiruan jenis multi layer perceptron memerlukan data latih yang cukup banyak untuk melakukan pengenalan pola wajah. Untuk efektif dalam melakukan pengenalan, data citra latih yang digunakan perlu dilakukan proses pengolahan citra terlebih dahulu untuk mereduksi dimensi fitur-fitur sebuah citra. Pada penelitian ini fitur citra wajah hanya direduksi menjadi satu fitur penting yaitu tepi (edge).

Pada kedua pendekatan di atas (berbasis PCA maupun JST) proses reduksi dimensi fitur-fitur citra membantu efektifitas proses pengenalan pola. Reduksi dimensional dapat dilakukan melalui proses transformasi linear seperti pada PCA atau reduksi melalui proses pengolahan citra.

REFERENSI

- [1] Jawad Nagi, Syed Khaleel Ahmad, Farrukh Nagi, "A MATLAB base Faced Recognition System using Image Processing and Neural Networks," "4th International Colloquium on Signal Processing and Its Applications, Kuala Lumpur, March 7-9, 2008
- [2] Resamana Lim, Lukman Vendy, Kartika Gunadi, "Sistem Pengenalan Plat Nomor Mobil Dengan Metode Principal Component Analysis," Jurnal Teknik Elektro, Univ. Petra, Vol.3, No.2, Sept. 2003.
- [3] Sanjeev Dawan, Himanshu Dogra, "MATLAB Based Face Recognition System Using PCA and Neural Network," International Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences, Vol 2, Aug-Nov 2012. pp 22-16, K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [4] Shamla Mantri, Kalpana Bapat, "Neural Network Based Face Recognition," IJCSSET, vol 1, Issue 1, 6-9, Febr 2011.