

## ANALISIS DAN IMPLEMENTASI PENGENALAN INDIVIDU BERBASIS CITRA WAJAH MENGGUNAKAN ORTHOGONAL LAPLACIANFACES

Mutias Ndari Riyantini<sup>1</sup>, Tjokorda Agung Budi Wirayuda<sup>2</sup>, Retno Novi Dayawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Pengenalan wajah merupakan salah satu biometrik yang memiliki akurasi dari pendekatan fisiologis individu tanpa bersifat intrusif (mengganggu) [11] karena tidak memerlukan kerja sama pengguna. Namun demikian, citra wajah manusia bersifat sangat dinamis karena adanya perubahan ekspresi, variasi pose wajah, aksesoris (misal kacamata) pencahayaan, dsb.

Dalam sistem pengenalan individu berbasis citra wajah terdapat data latih dan data uji. Orthogonal Laplacianfaces membangkitkan sebuah ruang ciri dari data latih tersebut. Ruang ciri ini digunakan untuk memetakan baik data latih maupun data uji. Hasil pemetaan ini disebut dengan feature yang merupakan hasil ekstraksi citra wajah dengan mengambil ciri diskriminan wajah. Klasifikasi citra wajah dilakukan dengan membandingkan feature citra wajah dari data uji dan data latih.

Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario untuk mengetahui pengaruh jumlah individu, jumlah data latih setiap individu, dan reduksi dimensi vektor citra wajah terhadap akurasi sistem pengenalan citra wajah. Pengujian performansi sistem dalam mendiskriminasi wajah individu dilakukan menggunakan metode kluster. Pengujian terhadap kelayakan sistem sebagai sistem identifikasi wajah dilakukan dengan menerapkan nilai ambang. Hasil pengujian dengan menggunakan database ORL sebagai sistem identifikasi wajah (dengan 7 data latih dan 3 data uji untuk setiap individu) menunjukkan akurasi optimal 99.6% dengan FAR 0.125% dan FRR 0.2708%.

Kata Kunci : pengenalan wajah, OLPP, PCA

---

### Abstract

Face recognition is one of biometric that non-intrusive [11] because it doesn't need user cooperation. However, human face is dynamically varies because of variation in expression, pose, accessories (e.g. glasses), illumination, etc.

In the individual identification system based on face images, there are train data and test data. Orthogonal Laplacianfaces generates a subspace from the train data. Both data are then mapped in to this subspace to get the features. This feature is actually the extraction from face image by taking the discriminative characteristic of face image. The face images are classified by comparing the features of train face images and the test ones.

The testing is carried out with several scenarios to find out the accuration of the system based on the number of individual, number of train data, and the dimension reduction of face image vector. Performance of the system in discriminate individual face images is tested by clustering the data. The system feasibility in identifying individual is tested by implementing threshold value. The result of this test using ORL database (7 train images and 3 test images from each individual) shows the optimum accuration 99.6% with FAR 0.125% and FRR 0.2708%.

Keywords : face recognition, OLPP, PCA

---

# 1. Pendahuluan

## 1.1. Latar Belakang

Masalah mengenai autentikasi dan identifikasi merupakan merupakan tantangan besar [8]. Biasanya hal ini diselesaikan dengan dua jenis entitas yakni sesuatu yang dimiliki (misal kunci, kartu, dsb) dan sesuatu yang diketahui (misal *password*, PIN, dsb) [8]. Masalah yang muncul ialah bahwa sesuatu yang dimiliki tersebut dapat saja hilang dan sesuatu yang diketahui tersebut dapat saja dilupakan. Masalah lain muncul dengan adanya kemungkinan pencurian entitas tersebut oleh orang-orang yang tidak berhak. Metode lain muncul untuk menyelesaikan masalah ini yakni dengan menggunakan karakteristik fisik atau perilaku fisiologis individu [8]. Metode ini disebut biometrik [8].

Pengenalan wajah merupakan salah satu dari sedikit biometrik yang memiliki keunggulan baik akurasi tinggi dan sifat *intrusive* (mengganggu) yang rendah [11]. Akurasi yang dimiliki ini diperoleh tanpa sistem bersifat *intrusive* [11]. Pengenalan wajah menggunakan wajah sebagai entitas pengenalan sehingga tidak memerlukan kerja sama *user* bahkan *user* bisa saja tidak sadar sedang dikenali wajahnya. Oleh sebab itu, pengenalan wajah menarik perhatian para ilmuwan/periset dalam implementasi di bidang keamanan, psikologi, pemrosesan citra, hingga *computer vision* [11].

Teknologi pengenalan wajah manusia dapat diterapkan pada bidang yang luas dan bermacam-macam seperti kontrol akses PC, pengawasan bandara, pengawasan pribadi, identifikasi kriminal untuk keamanan ATM [7], sistem presensi, dsb. Sistem pengenalan wajah manusia juga direncanakan mencapai generasi cerdas dimana komputer dapat berinteraksi dengan manusia seperti manusia [7].

Pengenalan wajah merupakan salah satu masalah tersulit dalam area riset pengenalan citra [11]. Hal ini disebabkan karena wajah manusia merupakan objek tiga dimensi dan merupakan bagian tubuh yang tidak tetap karena variasi ekspresi, pose, dsb. Kondisi citra wajah juga dipengaruhi kondisi kamera, pencahayaan, dsb.

Masalah utama dalam membangun sistem pengenalan wajah ialah bagaimana membuat sistem tersebut dapat membedakan wajah individu secara presisi, karena citra wajah manusia tidaklah selalu sama, misalkan berbeda ekspresi, memakai kacamata atau tidak, intensitas pencahayaan, dsb. Oleh karena itu, diperlukan metode yang dapat menangkap fitur penting citra wajah dan memiliki peranan penting dalam membedakan dengan citra wajah individu lain (bersifat diskriminan). Pengenalan wajah manusia sampai saat ini merupakan bidang penelitian yang penting dan mengalami perkembangan dalam teknik dan metodenya.

Orthogonal Laplacianfaces (OLPP) merupakan salah satu metode untuk merepresentasikan wajah-wajah sehingga diperoleh ruang ciri wajah yang kemudian digunakan untuk pencocokan atau pengenalan (*recognition*). Orthogonal Laplacianfaces membangun ruang ciri wajah dengan melakukan proyeksi data menggunakan PCA dan menghitung vektor-vektor basis ortogonal dari data agar dapat menangkap ciri diskriminan dari wajah.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat melalui tugas akhir ini ialah:

1. Bagaimana metode Orthogonal Laplacianfaces mendiskriminasi citra wajah individu?
2. Bagaimana membangun sistem pengenalan wajah menggunakan Orthogonal Laplacianfaces?

Batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Citra masukan merupakan citra wajah saja
2. Citra wajah masukan yang digunakan tidak terhalang objek apapun
3. Citra wajah masukan sudah dipersiapkan (tidak diambil secara *real time*)
4. Menggunakan database ORL (Olivetti Research Laboratory)
5. Citra wajah berukuran 32 x 32 piksel
6. Citra wajah diubah menjadi citra abu-abu

## 1.3. Tujuan

Tujuan dalam penelitian Tugas Akhir ini ialah:

1. Membangun sistem pengenalan wajah menggunakan Orthogonal Laplacianfaces.
2. Mengukur dan menganalisis akurasi sistem dan faktor-faktor yang mempengaruhi pengenalan wajah menggunakan Orthogonal Laplacianfaces dengan variasi kondisi wajah masing-masing individu.

## 1.4. Metodologi Penyelesaian Masalah

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

### 1. Identifikasi Masalah

Sistem otomatisasi pengenalan wajah manusia merupakan sebuah tantangan. Implementasi sistem ini digunakan dalam berbagai bidang seperti sistem pengawasan dan keamanan. Implementasi sistem ini juga sedang dikembangkan menuju generasi cerdas dimana komputer dapat berinteraksi dengan manusia seperti layaknya manusia. Penelitian terhadap bidang ini terus berkembang dalam rangka membangun sistem yang memiliki kekuatan mendiskriminasi wajah individu secara presisi meskipun kondisi wajah individu tersebut berbeda (misal ekspresi wajah, aksesoris kacamata, pencahayaan, dsb).

### 2. Studi Literatur

Studi literatur meliputi referensi-referensi mencakup berikut ini:

#### a. Teori dasar pengenalan wajah

Teori ini mencakup konsep umum sistem pengenalan wajah serta implementasi pembangunannya.

#### b. Principal Component Analysis (PCA)

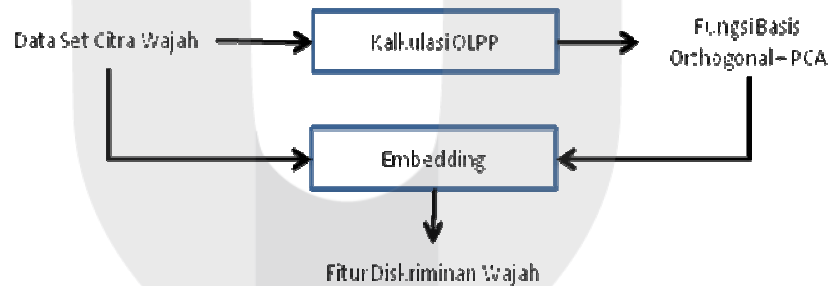
PCA merupakan salah satu metode dalam mereduksi dimensi data. Citra yang digunakan memiliki dimensi yang sangat tinggi, sehingga untuk mengurangi kompleksitas komputasi, dimensi tersebut perlu direduksi namun tanpa kehilangan informasi penting dari data.

c. Orthogonal Laplacianfaces

Metode Orthogonal Laplacianfaces juga dikenal dengan OLPP (Orthogonal Locality Preserving Projection). Metode ini merupakan pengembangan dari LPP yakni dengan menghasilkan fungsi basis yang orthogonal. Fungsi basis ini digunakan untuk memproyeksikan citra wajah. Hasil proyeksi yang dihasilkan merupakan fitur wajah yang bersifat diskriminan (membedakan dengan citra wajah individu lain).

3. Perancangan

Sistem pengenalan wajah bekerja dengan menemukan fitur diskriminan dari citra wajah individu. Fitur diskriminan masing-masing wajah diperoleh dengan memproyeksikan citra wajah ke sebuah ruang yang merupakan gabungan dari matriks transformasi PCA dan fungsi basis orthogonal. Fitur diskriminan yang diperoleh digunakan untuk proses pencocokan.



Gambar 1.1 Skema Pemerolehan Fitur Diskriminan Citra Wajah

4. Implementasi

Pada tahap implementasi, desain pembangunan sistem diaplikasikan mengikuti tahap-tahap dalam perancangan. Implementasi sistem menggunakan kaskas Matlab 2007a.

5. Pengujian

Pengujian bertujuan memperoleh akurasi sistem pengenalan wajah. Dari hasil pengujian diketahui seberapa presisi sistem dalam mendiskriminasi citra wajah individu. Pengujian yang dilakukan mencakup:

- a. Pengujian akurasi sistem berdasarkan variasi jumlah individu
- b. Pengujian akurasi sistem berdasarkan variasi data train
- c. Pengujian akurasi sistem berdasarkan variasi reduksi dimensi
- d. Pengujian performansi sistem dalam mendiskriminasi ciri wajah individu menggunakan *k-means*
- e. Pengujian kelayakan sistem sebagai sistem identifikasi wajah

6. Analisis Hasil Implementasi

Setelah implementasi sistem, dilakukan pengujian terhadap sistem. Dari hasil pengujian tersebut, dilakukan analisis terhadap tingkat akurasi pengenalan wajah manusia menggunakan metode *Orthogonal Laplacianfaces* (OLPP) untuk mengetahui karakteristik metode Orthogonal Laplacianfaces.

7. Penyusunan Laporan dan Penyimpulan Hasil Analisis



## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

- Jumlah data train mempengaruhi akurasi sistem pengenalan wajah menggunakan OLPP. Pengaruh ini lebih terlihat pada jumlah individu yang lebih banyak. Sehingga dalam sistem pengenalan wajah dengan jumlah individu yang banyak, sebaiknya jumlah data train masing-masing individu juga disesuaikan/ditambah. Hal ini membuat sistem dapat mendiskriminasi wajah individu dengan lebih baik karena masing-masing kelas (*cluster*) beranggotakan lebih banyak data, sehingga probabilitas kesalahan dalam diskriminasi wajah individu dapat dikurangi.
- Jumlah individu dalam database pada sistem pengenalan wajah menggunakan OLPP, mempengaruhi akurasi sistem pengenalan wajah. Pada jumlah individu yang lebih banyak, akurasi sistem cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena mendiskriminasi banyak kelas lebih sulit dibanding mendiskriminasi kelas dalam jumlah sedikit. Pada sistem pengenalan wajah dengan jumlah individu yang banyak, akurasi dapat dioptimalkan dengan penambahan jumlah data train masing-masing individu
- Reduksi dimensi secara keseluruhan mempengaruhi akurasi sistem. Hasil percobaan menunjukkan bahwa OLPP dapat mereduksi dimensi lebih banyak pada data train banyak dan pada jumlah jumlah individu sedikit. Reduksi dimensi pada OLPP (dari dimensi hasil PCA) membantu memperbaiki akurasi sistem akurasi (dibandingkan dengan akurasi pada dimensi hasil PCA). Hal ini menunjukkan bahwa OLPP mampu mengekstrak ciri citra wajah secara optimal dari hasil PCA.
- Dari pengujian pada database ORL dengan 7 data train dan 3 data uji dari masing-masing individu, OLPP mampu menghasilkan akurasi optimal 99.6% dengan *threshold* 0.66 (nilai ambang batas jarak data uji dengan data latih di database) dan FAR 0.00125 dan FRR 0.002708. Nilai FAR ini menunjukkan probabilitas munculnya kesalahan sistem dengan memasukkan data uji ke dalam kelas yang salah ialah 1:800. Nilai FRR menunjukkan probabilitas munculnya kesalahan sistem dengan menolak data uji yang seharusnya termasuk dalam kelas pada database ialah 1:369.

### 5.2. Saran

- Metode klasifikasi yang digunakan dapat diganti dengan metode klasifikasi yang lain untuk mengetahui seberapa berpengaruh ciri diskriminan yang dibangun OLPP pada berbagai metode klasifikasi.
- Pada penelitian ini, database yang digunakan adalah database standar yang digunakan untuk kepentingan riset. Metode Orthogonal Laplacianfaces ini dapat diterapkan pada database yang tidak standar yang lain misalnya dengan membuat database sendiri.

## Daftar Pustaka

- [1] Anton, Howard. *Aljabar Linier Elementer Edisi 5*. Erlangga. 1992
- [2] Dengcai dan Xiaofei He. *Orthogonal Locality Preserving Indexing*. The 28th Annual International ACM SIGIR Conference (SIGIR '2005). Salvador, Brazil. 2005
- [3] Deng Cai, Xiaofei He and Jiawei Han. *Spectral Regression for Efficient Regularized Subspace Learning*. ICCV'07.
- [4] Deng Cai, Xiaofei He, Jiawei Han, and Hong-Jiang Zhang. *Orthogonal Laplacianfaces for Face Recognition*. IEEE TIP 2006.
- [5] Deng Cai, Xiaofei He, Yuxiao Hu, Jiawei Han and Thomas Huang. *Learning a Spatially Smooth Subspace for Face Recognition*. CVPR'07.
- [6] Face Recognition. <http://encyclopedia.jrank.org/articles/pages/6741/Face-Recognition.html> [Online]. Diakses 15 April 2011.
- [7] J, Shermina. *Application of Locality Preserving Projections in Face Recognition*. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 1, No. 3, September 2010.
- [8] Jain, Anil. Bolle, Ruud. Pankanti, Sharath. *Introduction to Biometrics*. <http://www.cse.msu.edu/~cse891/Sect601/textbook/1.pdf> [Online]. Diakses 31 Mei 2010.
- [9] Processed data sets of ORL Database. <http://www.zjuczdcg.cn/dengcai/Data/FaceData.html> [Online]. Diakses 29 Maret 2011.
- [10] Putra, Darma. *Pengolahan Citra Digital*. ANDI. Yogyakarta: 2010.
- [11] Shang-Hung Lin. *Informing Science Special Issue on Multimedia Informing Technologies-Part 2 Volume 3 No 1*. 2000.
- [12] Smith, I. Lindsay. *A Tutorial on Principal Component Analysis*. 2002.
- [13] Vialta, Ricardo. *Identifying and Characterizing Class Cluster to Explain Learning Performance*.
- [14] Wijaya, Marvin. Ch dan Prijono, Agus. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Informatika. Bandung: 2007.



[15] Xiaofei He, Shuicheng Yan, Yuxiao Hu, Partha Niyogi, and Hong-Jiang Zhang. *Face Recognition Using Laplacianfaces*. IEEE TPAMI 2005.

[16] Xiaoguang Lu. *Image Analysis for Face Recognition*.

[17] M. Belkin dan P. Niyogi, "Laplacian eigenmaps and spectral techniques for embedding and clustering," in *Advances in Neural Information Processing Systems 14*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001, pp. 585–591.

