

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENGENALAN WAJAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE LNMF DAN LPP PADA RUANG TERBUKA

ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF FACE RECOGNITION SYSTEM USING LNMF AND LPP METHODS AT OUTDOOR

Khairunnisa Alfiyanti Suharja¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat DEA², Suci Aulia ST. MT.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

Khairunnisa.alfiyanti@gmail.com¹ bambanghidayat@telkomuniversity.ac.id² suciaulia@telkomuniversity.co.id³

Abstrak

Metode pengolahan video saat ini semakin banyak dikembangkan oleh para engineer. Salah satunya untuk aplikasi sistem monitoring kejahatan. Seperti yang kita ketahui kejahatan semakin marak terjadi di berbagai tempat. Oleh karena itu dibuat sistem yang dapat mendeteksi dan mengenali wajah dengan memanfaatkan pengolahan sinyal digital yang mendukung untuk pemantauan suatu tempat. Pada tugas akhir ini dibuat suatu aplikasi yang dapat mendeteksi dan mengenali wajah seseorang dari masukan sebuah *Preserving Projections* (LPP). Metode LNMF menggunakan non – negative constraints yaitu memfaktorisasi suatu matriks menjadi dua buah matriks lainnya yang tidak mengandung nilai negative. Sedangkan LPP merupakan metode pemetaan proyeksi linear yang mampu menyelesaikan permasalahan yang bervariasi dengan optimal memelihara struktur ketetanggaan dari kumpulan data. Kemudian untuk pengenalan citra ini juga menggunakan pendekatan linear dari suatu database yang telah diajukan sehingga dapat mencocokkan wajah yang diinputkan dengan database yang tersedia. Dengan menggunakan kedua metode tersebut maka didapat hasil suatu gambar wajah yang sudah dikenali sesuai dengan input yang diberikan dengan akurasi 70 %.

Kata kunci : *Face detection, Face Recognition, Local Nonnegative Matrix Factorization, Locality Preserving Projections*

Abstract

The video processing method is getting more developed by the engineer at the present time. The application of crime monitoring system is one of them. The fact shows that the crime is getting worse everywhere. Due to that fact the supported system is developed to find and to control the crime place so that the criminal will be recognized with the face recognition system which using the digital signal processing. In this paper made an application that can detect and recognize a person's face from a video input is analyzed using nonnegative Local Matrix Factorization (LNMF) and Locality Preserving Projections (LPP). The LNMF method uses non negativity constraints, that is, factorize matrix to be two other matrix with absence of negative value. While LPP is linear projection mapping method which is able to solve the various problem optimally by maintaining the neighbourhood of the data structure. In Addition, the technic to introduce this image is also using the linear approach from a proposed database which is able to match the face has been input at the available database. By using both methods, the obtained results of a face image that has been recognized in accordance with the given input with 78% accuracy with LPP method on the condition of the morning towards the object to the front while LNMF 56% accuracy on the morning of the condition and direction of the object from the right side.

Keywords: *Face detection, Face Recognition, Local Nonnegative Matrix Factorization, Locality Preserving Projections*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan sangat pesat, termasuk dalam bidang *Computer Vision*. Salah satu contohnya pengenalan wajah (*face recognition*). Pengenalan wajah ini di

aplikasikan pada sistem monitoring seperti dari rekaman suatu video. Sekarang ini rekaman video banyak digunakan di berbagai tempat untuk memonitoring kejahatan di suatu tempat.

Pengenalan wajah memiliki permasalahan yang menjadi sulit untuk dikembangkan seperti perbedaan ekspresi wajah, posisi wajah, detail wajah (mata tertutup atau tidak, mengenakan kaca mata atau tidak) dan kualitas dari citra wajah. Oleh karena itu agar citra yang mengalami gangguan tersebut lebih mudah untuk diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin perlu dilakukan proses pengolahan citra (*image processing*).

Pada tugas akhir ini dibuat suatu sistem yang dapat mengolah rekaman video sehingga dapat diproses untuk mengenali suatu wajah dengan metode LNMF (*Local Nonnegative Matrix Factorization*) dan LPP (*Locality Perserving Projection*). Metode LNMF menggunakan *non-negativity constraints* yaitu memfaktorisasi suatu matriks menjadi dua matriks lain yang tidak mengandung nilai negatif. Sedangkan metode LPP merupakan metode pemetaan proyeksi linear yang mampu menyelesaikan permasalahan yang bervariasi dengan optimal memelihara struktur ketetanggaan dari kumpulan data. Kemudian teknik untuk pengenalan citra ini juga menggunakan pendekatan linear dari suatu database yang telah diajukan terlebih dahulu sehingga gambar masukan dapat dicocokkan dengan database yang tersedia yang selanjutnya akan dianalisis ketepatannya. Dengan menggunakan metode tersebut maka didapatkan hasil suatu gambar wajah yang dikenali sesuai dengan gambar masukan yang diberikan.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Biometrik^[4]

Sistem biometrik memberikan pengakuan individu yang didasarkan pada beberapa jenis fitur atau karakteristik yang dimiliki oleh individu. Sistem biometrik bekerja dengan terlebih dahulu menangkap fitur, seperti rekaman suara sinyal digital untuk pengenalan suara, atau mengambil gambar warna digital untuk pengenalan wajah dan iris mata. Sampel ini kemudian berubah dengan menggunakan beberapa jenis fungsi matematika menjadi sebuah template biometrik. Template biometrik akan memberikan normalisasi, efisiensi dan sangat diskriminatif merepresentasi fitur tersebut, yang kemudian membandingkan dengan template lain untuk menentukan identitas. Kebanyakan sistem biometrik menggunakan dua model operasi. Yang pertama adalah modus pendaftaran untuk menambahkan template ke dalam database, dan yang kedua adalah identifikasi, dimana sebuah template dibuat untuk perbandingan individu dan kemudian dicari dalam database.

Karakteristik biometrik dibagi menjadi dua, yaitu *biometrik physiological* dan *biometric behavioral*.

1. *Physiological*

Dihubungkan dengan bentuk tubuh atau badan, misalnya: *fingerprints, face recognition, hand geometry*, dan *iris recognition*.

2. *Behavioral*

Dihubungkan dengan tingkah laku seseorang, misalnya: *keystroke, signature, voice*.

2.2 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan suatu proses untuk mendapatkan ciri dari sebuah objek atau citra. Untuk mendapatkan ciri dari suatu citra memerlukan suatu metode khusus. Salah satu metode yang digunakan dalam ekstraksi ciri sebuah citra adalah *Local Non Negative Matrix Factorization* (LNMF) dan *Locality Perserving Projection* (LPP).

2.2.1 Metode LNMF (*Local Non Negative Matrix Factorization*)^[1]

Metode LNMF (Local Non Negative Matrix Factorization) ini merupakan perkembangan dari metode NMF. Metode ini ditunjukkan untuk memperkuat sifat local pada basis *image* sehingga fitur yang dihasilkan lebih cocok untuk digunakan pada kasus yang membutuhkan sifat local. Hal ini dilakukan dengan menambahkan batasan pada cost. Function yang dapat menimbulkan sifat lokal dari faktor yang terbentuk

$$D(A \| B) = \sum_{ij} \left(A_{ij} \log \frac{A_{ij}}{B_{ij}} - A_{ij} + B_{ij} \right) + \alpha \sum_{ij} u_{ij} - \beta \sum_{ij} v_{ij} \quad (i)$$

Dimana $\alpha, \beta > 0$, $u_{ij} = W^T W$ dan $v_{ij} = H^T H$. Perubahan nilai W dan H yang terjadi pada LNMF didefinisikan sebagai :

$$H_{a\mu} = \sqrt{H_{a\mu} \sum_{i=1}^n W_{ia} \frac{v_{i\mu}}{(WH)_{i\mu}}} \quad (ii)$$

$$W_{ia} = W_{ia} \frac{\sum_{\mu=1}^m H_{a\mu} \frac{v_{i\mu}}{(WH)_{i\mu}}}{\sum_{\mu=1}^m H_{a\mu}} \quad (iii)$$

$$W_{ia} = \frac{W_{i\mu}}{\sum_{j=1}^n W_{ia}} \quad (iv)$$

2.3 Metode *Locality-Preserving Projections* (LPP)^[2]

Metode LPP merupakan metode ekstraksi ciri yang mempertahankan unsur intrinsik geometric dan struktur lokal dari suatu data. Hasil keluarannya adalah eigen vector dan eigen value yang mengandung ciri data tersebut.

Tahap pertama dalam proses LPP adalah dengan membangun matriks ketetanggaan yang terdekat antar wajah yang ada. Untuk melakukan ini biasanya digunakan k – nearest neighbor.

Setelah itu dicari bobot tiap matriks yang berdekatan dengan cara heat kernel

$$S_{ij} = e^{\frac{-|x_i - x_j|^2}{t}} \quad (v)$$

Dimana t adalah sebuah konstanta yang sesuai matrix yang tidak berdekatan diberi bobot 0. Perhitungan eigenvector dan eigen value dapat dilakukan dengan menghitung matrix D dan matriks L terlebih dahulu

$$D_{ij} = \sum_j S_{ij} \quad (vi)$$

$$L = D - S \quad (vii)$$

$$XLX^T W = \lambda XD X^T \quad (viii)$$

Dengan X adalah matriks yang berisi kumpulan citra latih yang akan di proses .

2.3 Klasifikasi

2.3.1 Euclidean Distance^[8]

Euclidean distance adalah metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Jarak euclidean menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor (*root of square differences between 2 vector*). Persamaan (2.14S) dari jarak euclidean adalah :

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{n=1}^k (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (\text{ix})$$

Jika jarak antara dua citra nilainya kecil, dapat dikatakan bahwa kedua citra tersebut mirip.

3. Pembahasan

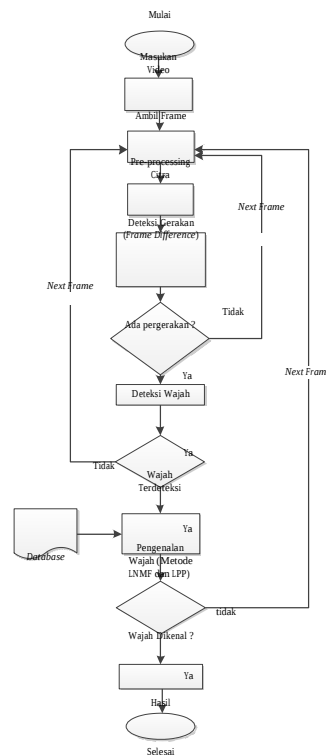
3.1. Diagram Alir Sistem

Pada Tugas Akhir ini sistem dirancang dengan tujuan utama dapat mengenali wajah seseorang dalam video. Video didapat dari rekaman menggunakan kamera digital samsung dengan dengan format MP4 beresolusi 640 x 480 dan frame rate video 15 fps yang disimpan pada ketinggian 1.5 m. Perekaman dilakukan selama 3 - 25 detik dan diambil dalam keadaan cuaca sedang cerah.

Secara umum, pemodelan sistem dilakukan dalam 2 tahap, yaitu proses *input* data dan setelah itu akan dicoba proses pengujian data menggunakan MATLAB.

Sebelum sistem pengenalan ini dapat bekerja, proses awal yang dilakukan yaitu memasukan *input* yang berupa video untuk dapat diproses dari masing-masing individu yang nanti ingin kita kenali. Semua ini diperlukan untuk pembentukan identitas yang selanjutnya tersimpan dalam *database*.

Metode yang digunakan pada sistem pengenalan wajah ini menggunakan metode LNMf dan LPP. Metode ini akan diuji akurasi dengan menggunakan metode klasifikasi *k-euclidean distance*. Secara umum sistem dari tugas akhir ini dapat digambarkan pada diagram alir pada Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Sistem

3.2 Pengujian Sistem dan Analisis

3.2.1 Pengaruh Arah objek terhadap akurasi sistem pada metode LNMF dan LPP

Pada skenario pengujian ini, metode LPP dan LNMF dibandingkan berdasarkan jumlah database dengan arah objek yang berbeda yaitu depan, kanan, kiri dengan dua kondisi yaitu pada pagi hari dan siang hari

Tabel 1 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 3 individu di pagi hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	78	42
Kanan	40.3	56.13
Kiri	27	46.5

Dari Tabel 1 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat pagi hari dengan menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 78% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 42 %. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Tabel 2 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 3 individu di sore hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	63	36.3
Kanan	39	37
Kiri	40.3	39

Dari Tabel 2 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat sore hari dengan menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 63% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 36.3 %. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Tabel 3 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 5 individu di pagi hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	54.2	27.4
Kanan	29.64	24
Kiri	29.2	34.8

Dari Tabel 3 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat pagi hari dengan database 5 individu yaitu menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 54.2% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 27.2 %. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Tabel 4 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 5 individu di sore hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	40	25.8
Kanan	32.3	26.4
Kiri	27.4	28.2

Dari Tabel 4 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat sore hari dengan database 5 individu yaitu menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 40% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 25,8%. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Tabel 5 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 7 individu di pagi hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	41.8	19.14
Kanan	26.14	15.57
Kiri	25.4	12.85

Dari Tabel 5 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat pagi hari dengan database 7 individu yaitu menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 41.8% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 19.14 %. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Tabel 3.6 Pengaruh arah objek terhadap akurasi sistem dengan database 7 individu di sore hari

Arah	Metode	
	LPP	LNMF
Depan	39.5	20
Kanan	28.2	20.14
Kiri	23.75	21.14

Dari Tabel 3.6 dapat kita ketahui bahwa akurasi tertinggi didapatkan pada saat sore hari dengan database 7 individu yaitu menggunakan metode LPP. Nilai akurasi tertinggi yang didapat yaitu sebesar 39.5% pada arah depan, sedangkan menggunakan metode LNMF 20%. Pada arah kanan dan kiri memiliki akurasi yang lebih kecil dibandingkan arah depan baik pada metode LNMF maupun LPP.

Dari ketiga kondisi database yang berbeda dapat disimpulkan bahwa dengan database 3 individu memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan jumlah database 5 individu dan 7 individu. Arah depan juga menjadi arah yang terbaik untuk sistem ini dalam mengenali wajah dibandingkan dengan arah kanan dan kiri untuk kedua metode. LPP lebih unggul dibandingkan LNMF dalam mengenali wajah dengan kondisi yang telah diujikan

3.2.2 Waktu Komputasi

Pengujian waktu komputasi ini dibandingkan antara LNMF dan LPP pada semua kondisi pada setiap individu.

Pada Tabel 3.7 menunjukan waktu komputasi yang dibutuhkan LNMF dan LPP pada setiap kondisi dengan perbedaan jumlah database

Tabel 3.7 Perbandingan Waktu komputasi LNMF dan LPP

Kondisi	LPP								
	Nurul			Pramesti			Samudra		
	Depan	Kanan	Kiri	Depan	Kanan	Kiri	Depan	Kanan	Kiri
3 Individu	38.357	23.582	16.345	51.2344	40.8736	36.283	50.9726	30.652	26.8643
5 individu	39.1462	23.372	16.7252	51.2712	41.462	36.281	61.262	31.261	28.9817
7 individu	36.272	22.7262	15.7231	48.272	38.7263	34.8272	47.8373	29.8676	25.8273
Kondisi	LNMF								
	Nurul			Pramesti			Samudra		
	Depan	Kanan	Kiri	Depan	Kanan	Kiri	Depan	Kanan	Kiri
3 Individu	84.6812	32.372	21.9805	90.9272	86.7161	71.8161	126.616	71.0559	61.827
5 individu	105.662	32.653	22.172	92.161	86.8262	48.826	128.128	74.816	62.171
7 individu	79.635	30.2727	22.182	86.383	80.7272	46.737	110.271	67.8282	59.663

Dari Tabel 3.7 dapat kita ketahui bahwa metode LNMF membutuhkan waktu yang lebih lama pada setiap kondisinya dibandingkan dengan LPP, hal itu dikarenakan dalam LNMF memerlukan proses iterasi yang membutuhkan waktu cukup banyak sesuai dengan banyaknya iterasi, semakin banyak iterasi maka semakin lama juga waktu komputasinya.

4. Kesimpulan

Pada sistem ini nilai akurasi tertinggi LPP yaitu 78 % pada kondisi pagi hari menghadap ke depan sedangkan nilai akurasi tertinggi LNMF yaitu 56% pada kondisi pagi hari menghadap ke kanan. Waktu komputasi LNMF lebih lama dibandingkan waktu komputasi LPP pada setiap kondisi, hal ini disebabkan pada LNMF terdapat proses iterasi yang membuat waktu komputasi lebih lama. Pada sistem ini LPP lebih baik dibandingkan LNMF dilihat dari tingkat akurasi yang lebih baik untuk mengenali wajah dan juga waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan LNMF.

Daftar Pustaka:

- [1] Garcia, Christophe. 2007. **Facial Image Processing**. France :Hindawi.
- [2] He, Xiaofei. 2003. **Memperkenalkan Metode LPP Sebagai Salah Satu Metode Pengenalan Wajah**. Jakarta : Binus.
- [3] Putra, Darma. 2009. **Sistem Biometrika. Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika**. Yogyakarta: Andi.
- [4]Lukas, Prisilia. 2013. **Perancangan Aplikasi Sistem Pengenalan Iris Mata Menggunakan Metode Gabor Wavelet Pada Ekstraksi Ciri**. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.